

# Geologia dell'Ambiente

Periodico trimestrale della SIGEA  
Società Italiana di Geologia Ambientale



## 4/2010

ISSN 1591-5352

Spedizione in Abbonamento Postale - D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n° 46) art. 1 comma 1 - DCB Roma  
Poste Italiane S.p.a. - Sped. in abb. post. n° 100/01



ATTI DEL CONVEGNO  
**GEOLOGIA URBANA DI BARI  
ED AREA METROPOLITANA**





**Società Italiana di Geologia Ambientale**

www.sigeaweb.it - info@sigeaweb.it

**Patrocinii richiesti**

Ordine dei Geologi della Puglia, Comune di Bari, Provincia di Bari, Regione Puglia, ARPA Puglia, Autorità di Bacino della Puglia, Università degli Studi di Bari, Politecnico di Bari, Commissione Italiana per l'Anno Internazionale del Pianeta Terra, Ufficio Scolastico Regionale per la Puglia

evento promosso nell'ambito dell'Anno Internazionale del



Con il Contributo di

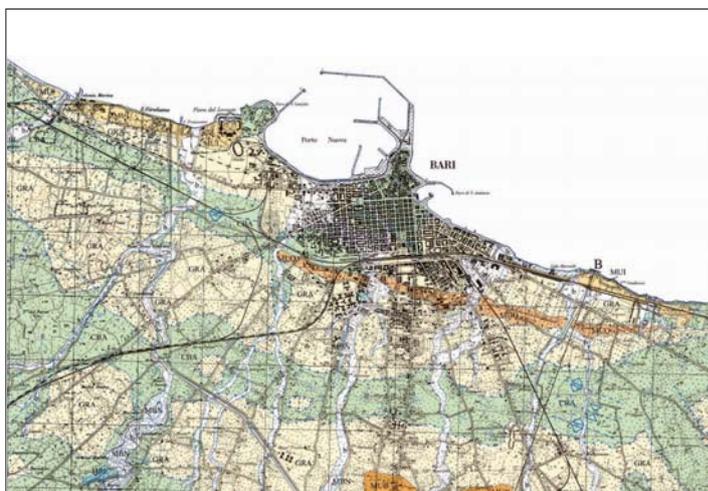
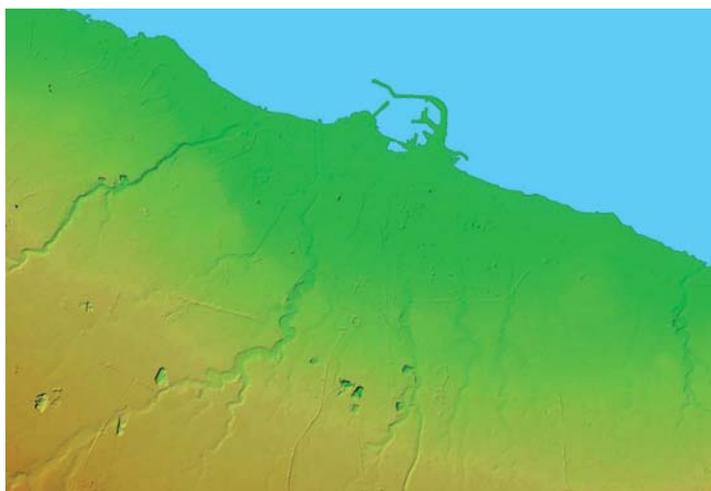


Con il Sostegno di



# GEOLOGIA URBANA DI BARI ED AREA METROPOLITANA

**Sabato, 28 Novembre 2009 - Bari, Villa Framarino (Parco Naturale Regionale "Lama Balice")**



## PROGRAMMA CONVEGNO

8,30 **Registrazione partecipanti**

9,00 **Indirizzi di Saluto**

Maria Maugeri *Consigliera del Comune di Bari delegata all'ambiente*  
Francesco Schittulli *Presidente della Provincia di Bari*  
Nicola Vendola *Presidente della Regione Puglia*  
Claudio Cherubini *Prorettore Vicario Politecnico di Bari*  
Corrado Petrocelli *Rettore Università di Bari*  
Giuseppe Gisotti *Presidente della SIGEA*  
Giovanni Calcagni *Presidente dell'Ordine dei Geologi della Puglia*

9,45 **Prima Parte** - Moderatore: Antonio Fiore (SIGEA)

**Il nuovo Foglio geologico 438 "Bari" in scala 1:50.000: un importante contributo per la conoscenza geologica dell'area metropolitana di Bari**

Luisa Sabato (*Università degli Studi di Bari*)

**Problematiche geologico tecniche in ambiente carsico: l'area metropolitana di Bari**

Nicola Walsh (*Università degli Studi di Bari*)

**Compatibilità geologico ambientale delle grandi opere e infrastrutture**

Giuseppe Spilotro (*Università degli Studi della Basilicata*)

**Il complesso rapporto tra la città di Bari e le lame, uno sguardo al passato per un diverso futuro**

Umberto Fratino, Rocco Bonelli, Lia Romano (*Autorità di Bacino della Puglia*)

**Naturalità vs artificialità nella ingegneria del territorio urbano: urban creeks e lame come regolatori ambientali nella Metropoli Terra di Bari**

Dino Borri (*Politecnico di Bari*)

12,15 **Tavola Rotonda**

**La Geologia Urbana e le problematiche dell'area metropolitana di Bari**

Moderatore: Giuseppe Armenise - *La Gazzetta del Mezzogiorno*

Intervengono con i relatori del convegno:

Salvatore Valletta *Presidente della SIGEA-Sezione Puglia*  
Giovanni Calcagni *Presidente Ordine dei Geologi della Puglia*  
Antonio R. Di Santo *Segretario dell'Autorità di Bacino della Puglia*  
Piero Cavalcoli *Direttore per l'area politiche per l'ambiente, le reti e la qualità urbana della Regione Puglia*  
Antonio Castorani *Politecnico di Bari*  
Giuseppe Baldassarre *Università degli Studi di Bari*  
Massimo Blonda *Direttore Scientifico dell'ARPA Puglia*  
Elio Sannicandro *Assessore all'Urbanistica del Comune di Bari*  
Francesco Schittulli *Presidente della Provincia di Bari*  
Fabiano Amati *Assessore Opere Pubbliche della Regione Puglia*  
Onofrio Introna *Assessore Ecologia della Regione Puglia*

13,40 **Buffet**

15,00 **Seconda Parte** - Moderatore: Rosa Pagliarulo (SIGEA)

**Idrogeologia dell'area metropolitana di Bari**

Michele Maggiore (*Università degli Studi di Bari*)

**Sviluppo urbano e protezione della natura**

Francesca Pace, Michele Chieco (*Ufficio Parchi - Regione Puglia*)

**La gestione dei rifiuti e dei siti contaminati nell'area metropolitana di Bari**

Antonello Antonicelli (*Servizio Ecologia - Regione Puglia*)

**La modellazione degli acquiferi fratturati**

Claudia Cherubini, Concetta I. Giasi, Nicola Pastore (*Politecnico di Bari*)

**Il sito contaminato Bari-Fibronit: quadro aggiornato delle conoscenze**

Vincenzo Campanaro\*, Claudio Tedesi\*\*, Salvatore Adamo\*\*  
(\*Comune di Bari, \*\*Progettisti)

17,30 **Dibattito**

18,30 **Conclusioni** - Giuseppe Gisotti (SIGEA)

**Comitato Organizzatore**

Annamaria Di Bartolo, Antonio Fiore, Pietro Blu Giandonato, Giuseppe Gisotti, Raffaele Lopez, Antonio Marte, Rosa Pagliarulo, Alfredo Pitullo, Luisa Sabato, Donato Sollitto, Salvatore Valletta

**Segreteria Organizzativa**

SIGEA - Sezione Puglia (www.sigeaweb.it - puglia@sigeaweb.it)

**Richiesti 8 crediti ai fini dell'Aggiornamento Professionale Continuo per i Geologi (APC)**

**Concesso l'esonero dall'obbligo di servizio per docenti pugliesi delle scuole secondarie**

*Comitato scientifico*

Mario Bentivenga, Aldino Bondesan,  
Giancarlo Bortolami, Aldo Brondi,  
Felice Di Gregorio, Giuseppe Gisotti,  
Giancarlo Guado, Gioacchino Lena,  
Giulio Pazzagli, Giancarlo Poli,  
Giacomo Prosser, Giuseppe Spilotro

*Procedura per l'accettazione degli articoli*

I lavori sottomessi alla rivista dell'Associazione, dopo che la redazione abbia verificato la loro pertinenza con i temi di interesse della rivista, saranno sottoposti a giudizio di uno o più «Referees», che dovranno vagliare il lavoro sia sotto l'aspetto dei contenuti, sia sotto quello formale ed esprimere la propria opinione circa l'accettabilità del lavoro stesso. Ciascun «Referee» classificherà le proprie osservazioni in «vincolanti» e «discrezionali». Sono «vincolanti» le osservazioni riguardanti contenuti palesemente non corretti e «discrezionali» quelle attinenti questioni opinabili, interpretative o formali; solo in quest'ultimo caso, l'Autore potrà accettare o meno i suggerimenti proposti.

*Comitato di redazione*

Federico Boccalaro, Giorgio Cardinali,  
Giovanni Conte, Gioacchino Lena,  
Paola Mauri, Maurizio Scardella

*Direttore responsabile*

Giuseppe Gisotti

*Redazione*

SIGEA: tel./fax 06 5943344  
Casella Postale 2449 U.P. Roma 158  
info@sigeaweb.it  
www.sigeaweb.it

*Progetto grafico e impaginazione*

Fralerighe  
tel. 0774 554497 - fax 0774 2431193  
info@fralerighe.it  
www.fralerighe.it

*Pubblicità*

SIGEA

*Stampa*

Tipolitografia Acropoli, Alatri - FR

Abbonamento annuale: Euro 30,00

# Sommario

Saluti di apertura 2  
MARIA MAUGERI

Presentazione 3  
ROSSELLA PAGLIARULO

Il nuovo Foglio Geologico 438 "Bari" in scala 1:50.000.  
Un importante contributo per la conoscenza geologica  
dell'area metropolitana di Bari 4  
LUISA SABATO, MARCELLO TROPEANO, LUIGI SPALLUTO,  
PIERO PIERI

Compatibilità geologico ambientale delle grandi opere  
e infrastrutture 15  
GIUSEPPE SPILOTRO, GIANFRANCO LEANDRO

Il complesso rapporto tra la città di Bari e le lame,  
uno sguardo al passato per un diverso futuro 26  
ROCCO BONELLI, UMBERTO FRATINO, LIA ROMANO

Sviluppo urbano e protezione della natura. Biodiversità,  
geodiversità e qualità della vita nei contesti urbani 33  
FRANCESCA PACE, MICHELE CHIECO

Il sito contaminato da amianto Bari-Fibronit.  
Un quadro aggiornato delle conoscenze 40  
VINCENZO CAMPANARO, GIORGIA TREVISAN,  
VITANGELA ZACCARIA

La gestione dei siti contaminati nell'area di Bari 43  
ANTONELLO ANTONICELLI, ORONZO SIMONE



A questo numero è allegato il supplemento  
*Il Patrimonio Geologico della Puglia – Territorio e Geositi*

**In copertina:** Stralcio della Carta geologica dell'area urbana di Bari (scala 1:25.000).

Una delle sfide più importanti di questi anni, a Bari e in Puglia più in generale, è stata rimettere il paesaggio al centro della pianificazione di tutte quelle scelte operate a beneficio del territorio e delle comunità che lo abitano. Un'amministrazione pubblica che, dopo una lunga fase storica di assoluto disinteresse, si riappropria del diritto-dovere di pianificare è di per sé una bella notizia. Che poi lo faccia eleggendo il paesaggio a criterio ispiratore è ancora più bello. La scoperta delle incredibili risorse che il paesaggio ci offre è un ulteriore stimolo a continuare, è un'iniezione di coraggio per tutti noi che a questa chiave di lettura dei nostri territori ci siamo sempre ispirati.

La Sezione Puglia della Società Italiana di Geologia Ambientale, entrata a pieno titolo nella schiera di quei soggetti portatori di esperienze e autorevolezza che l'amministrazione comunale di Bari ha voluto come interlocutori nella sua opera di pianificazione partecipata, ha interpretato in maniera efficace l'opera di divulgazione e sensibilizzazione sui temi del paesaggio alla quale occorre che ci si dedichi con caparbià e tenacia senza stancarsi mai.

Da più parti sento dire che sui temi della valorizzazione del territorio è tempo di passare ad una cosiddetta "fase 2". Sono d'accordo. Veniamo infatti da una lunga e defatigante stagione nella quale siamo stati costretti, per porre riparo agli errori in serie commessi a causa della rinuncia alla pianificazione, a inseguire le emergenze. La parola d'ordine è stata mettere in sicurezza. I siti inquinati, le aree dove si annidava e si annida il pericolo del dissesto idrogeologico.

Abbiamo finalmente ben presente che oggi, passando oltre la fase emergenziale, ci si chieda di immaginare un sistema complesso di relazioni tra segni del paesaggio e di riconsiderare la progettazione della nostra città. Per fare questo occorre elevare da un lato il livello d'attenzione e di consapevolezza sulla presenza di evidenti rischi legati alla presenza di delicati sistemi idrici e idrogeologici, dall'altro volgere a nostro favore ciascuna di queste criticità e portare a sistema nuove modalità di modellazione del territorio (in un'ottica di area vasta ovvero di bacino, laddove si ravvisino come nel nostro caso aree omogenee proprio in ragione, ad esempio, dei sistemi idrici sotterranei) riequilibrando in maniera sostanziale il rapporto

tra territori trasformati e campagna urbana. La "fase 2" di cui si è detto vuole dare atto, partecipare alla comunità, favorire la valorizzazione di quel nostro patrimonio paesaggistico, finalmente in sicurezza, che è vivo, che propone sfide, che innesca processi virtuosi.

La tutela del paesaggio ha poco a che vedere con la musealità come invece vorrebbe farci credere chi del paesaggio è detrattore. Il paesaggio è ricchezza e nel paesaggio possiamo trovare risposte efficaci alla domanda di qualità che viene dalle nostre comunità. Qualità del vivere, ma anche qualità dell'operare. E che i segni geologici siano parte integrante di questa, io credo inevitabile scelta a favore della qualità, lo dimostra la grande varietà di scenari, panorami, antichi insediamenti, giacimenti storico-architettonici, cavità nascoste esistenti alle nostre latitudini e spesso colpevolmente abbandonati. Ciascuno di questi scenari è un'opportunità. Un'opportunità di studio, di turismo sostenibile, di valorizzazione dei prodotti tipici.

Da sempre la varietà è sinonimo di ricchezza. La biodiversità è la risposta più efficace alla crisi di risorse alla quale ci siamo invece votati spingendo oltre la soglia d'attenzione le politiche produttive e di sfruttamento. E noi sappiamo bene come la varietà geologica si tenga con la varietà biologica. I corsi d'acqua sotterranei, i grandi sistemi di connessione e di ricarica delle falde, i processi di lenta e straordinaria sedimentazione delle rocce, l'alternarsi di spianate con pietre affioranti e di erosioni profonde del terreno alimentano la singolarità delle colture arboree e agropastorali. Non è un caso che la Regione Puglia si stia facendo carico di catalogare e preservare, con una legge specifica, l'incredibile patrimonio di semi da cui prende vita il nostro patrimonio di biodiversità. E non è un caso che quasi contestualmente si stia procedendo con la creazione di un catasto delle grotte e delle cavità carsiche e che una innovativa legge regionale intenda censire e tutelare il patrimonio geologico regionale.

Nel 2004, in avvio della mia esperienza di amministratore della città di Bari, mi è capitato di attraversare alcuni dei segni erosivi più significativi dei nostri territori, le lame, alla ricerca di sbarramenti e opere insensate poste sul naturale incanalamento delle acque di pioggia verso il mare. In tutti noi è ancora viva l'impressione per la tragedia che si è consumata a ottobre

del 2005 quando l'alveo del torrente Picone, una delle incisioni che attraversano Bari scendendo dalla Murgia barese verso il mare, ha fortunatamente fatto da argine, ma per pochi metri, ad una vera e propria inondazione causata dall'impermeabilizzazione selvaggia del territorio.

Non voglio neanche immaginare che altro sbarramento, che altra cesura tra sistemi già gravemente compromessi, sarebbe stata la realizzazione della lottizzazione sui suoli della ex Fibronit, una delle principali emergenze messe in sicurezza dato il vastissimo inquinamento da amianto, che sorge su uno dei pochi con di verde sopravvissuti rispetto a come li aveva immaginati l'autore dell'ormai datato Piano regolatore della città di Bari.

È un pericolo che abbiamo scongiurato. Così come per molte cose successe in questi anni grazie alla sensibilità delle amministrazioni comunale e regionale, anche quest'emergenza è fortunatamente divenuta, oggi, una grande opportunità. La nascita del parco naturale regionale di Lama Balice, attesa da oltre 30 anni ne è la più evidente concretizzazione. Quella è davvero una passeggiata straordinaria tra i paesaggi naturali, peraltro a due passi dalle case. Ma anche un punto fermo sul quale costruire, attraverso la qualità e la bellezza, nuovi moduli di connessione materiale (trasporto dolce dall'entroterra murgiano alle città costiere) o immateriale (valorizzazione condivisa dei sistemi naturali, paesaggistici, geologici, turistici, didattici attraverso una rete di buone pratiche che consenta di far fronte ai problemi gestionali).

È questo insieme di interconnessioni che mi piace ricordare spesso quando dico che le nostre città, meglio i nostri sistemi urbani, sono sistemi viventi. Ed è al pari di sistemi viventi che vanno considerati quando discutiamo dei destini dei nostri spazi di vita. È dalla loro valorizzazione che noi possiamo trarre ricchezza duratura, non dal loro dissenso sfruttamento.

Vogliamo ricostituire riscoprendo il valore di spazi che solo apparentemente, come nel caso delle lame, sono spazi di vuoto. Solo ridando dignità al "sistema vivente città" sarà possibile guardare al futuro lasciandosi per sempre alle spalle la stagione delle piccole, grandi emergenze ambientali che tanto hanno condizionato l'equilibrato sviluppo delle comunità su scala metropolitana.

Il convegno organizzato dalla SIGEA sulla *Geologia Urbana di Bari ed area metropolitana* ha segnato un momento importante nella consapevolezza “ambientale” della comunità barese. Solo recentemente gli operatori preposti alla pianificazione di un uso corretto del territorio (a fini urbanistici) hanno preso coscienza del ruolo rivestito dalla geologia, morfologia, geotecnica e in genere dall'analisi dei processi geodinamici. La conoscenza approfondita dell'ambiente fisico, sia in superficie che nel sottosuolo è il punto di partenza per la valutazione e l'utilizzazione al meglio delle risorse sia per l'individuazione delle possibili condizioni di rischio sia per la progettazione degli interventi atti a prevenire e a mitigarne i danni.

Tanto più queste considerazioni valgono per la città di Bari e la sua area metropolitana laddove gli elementi di criticità sono di vario ordine: da una parte c'è l'esigenza di sanare diverse situazioni di cosiddette “emergenze ambientali” presenti nel tessuto urbano come la bonifica e la messa in sicurezza di aree dismesse ed inquinate, come per esempio l'area della ex Fibronit, la spiaggia di Torre Quetta, dell'ex gasometro, e dall'altro la salvaguardia e la gestione di un territorio che si è rivelato piuttosto vulnerabile al rischio idrogeologico. A questo si aggiunge la valutazione degli impatti di grandi opere di ingegneria quali i parcheggi sotterranei progettati nel centro della città con tutta la scia di polemiche che ne è seguita per aver determinato una profonda alterazione del deflusso della falda idrica con conseguenti problemi alle fondazioni degli edifici adiacenti.

La circostanza dell'evento alluvionale dell'ottobre 2005 e i gravi effetti che ne sono derivati su parte della città ha messo in evidenza la fragilità del territorio. L'elemento morfologico di maggiore rilievo di Terra di Bari è costituito dal sistema di “lame” (incisioni vallive a fondo piatto), i cui bacini idrografici si estendono per alcune centinaia di chilometri quadrati, concentrando i tratti terminali intorno alla città.

L'urbanizzazione indiscriminata delle periferie durante gli scorsi decenni e il regime episodico dei deflussi hanno obliterato la funzione idraulica delle lame, i cui alvei risultano

molto spesso edificati ed assorbiti dal tessuto urbano, senza che vi sia stata alcuna azione di pianificazione e di mitigazione del rischio idrogeologico.

Le tematiche trattate durante il convegno, quindi, sono state diverse, partendo dalla conoscenza di base con la presentazione della carta geologica aggiornata dell'area urbana, alle caratteristiche tecniche e comportamentali del territorio carsico, alla descrizione e modellazione della circolazione idrica sotterranea per passare poi alla compatibilità ambientale delle infrastrutture e alla discussione sulle scelte urbanistiche operate ultimamente. Inoltre è stato dato rilievo al ruolo alle componenti di biodiversità con la descrizione del Piano Paesaggistico Territoriale Regionale. In pratica, l'approccio multidisciplinare nell'affrontare problematiche complesse quali quelle ambientali, attraverso cui, professionalità diverse, come quelle rappresentate dai relatori al convegno, offrono le loro competenze e sensibilità, risulta la carta vincente per la “governance” del territorio armonizzando sia le esigenze della tutela e valorizzazione delle risorse sia lo sviluppo sociale, economico ed urbanistico nell'ottica della sostenibilità.

La SIGEA Puglia non è nuova a questo tipo di iniziative, che promuovono la discussione in tema di ambiente e territorio coinvolgendo studiosi della materia, rappresentanti delle istituzioni e cittadini, anzi il Convegno sulla Geologia Urbana di Bari e area metropolitana fa parte di un percorso iniziato anni fa. Per citare un esempio recente, nel 2007 la SIGEA Puglia, con l'Ordine dei Geologi della Puglia, la cui collaborazione risulta sempre proficua, aveva organizzato nel Castello di Sannicandro di Bari il convegno “Cambiamenti Climatici e rischi geologici in Puglia” di cui sono stati pubblicati gli Atti nel periodico *Geologi e Territorio*. All'interno della sezione regionale della SIGEA è molto attivo il Gruppo di Lavoro “Geositi” impegnato nella promozione del patrimonio geologico.

Il volume “Patrimonio Geologico della Puglia. Territorio e Geositi” che raccoglie i numerosi contributi, costituisce un primo passo verso la realizzazione di un Catasto regionale dei Geositi, come previsto dalla l.r. 33/2009

“Tutela e valorizzazione del patrimonio geologico e speleologico”, è stato recentemente presentato durante un incontro in cui vi è stata la premiazione della prima edizione del concorso fotografico “Passeggiando tra i paesaggi geologici della Puglia”.

La SIGEA Puglia è inoltre impegnata a livello divulgativo, con UniVersus CSEI (Consorzio Universitario per la Formazione e l'Innovazione) ed in partnership con CIA (Confederazione Italiana Agricoltori della Puglia) e l'Ordine dei Geologi della Puglia nell'attuazione del Progetto “Suolo e non solo...” sviluppato nell'ambito POR Puglia F.S.E 2007/2013 diretto alle amministrazioni comunali, alle scuole secondarie, aziende agricole, esperti del settore e cittadini.

Purtroppo in questo volume non sarà presente, tra le altre, la nota del prof. Michele Maggiore, relatore al convegno e scomparso lo scorso gennaio.

La “comunità geologica” pugliese che lo ha stimato e ne sente il grande vuoto lancia una sottoscrizione in suo ricordo per la realizzazione di uno o più pozzi in Africa per l'estrazione di acqua dal sottosuolo, a vantaggio di piccole comunità dove sono attivi i progetti idrici sviluppati da Amref.

# Il nuovo Foglio Geologico 438 "Bari" in scala 1:50.000

## Un importante contributo per la conoscenza geologica dell'area metropolitana di Bari

LUISA SABATO  
l.sabato@geo.uniba.it

MARCELLO TROPEANO  
m.tropeano@geo.uniba.it

LUIGI SPALLUTO  
l.spalluto@geo.uniba.it

PIERO PIERI

Dipartimento di Geologia e Geofisica, Università degli Studi di Bari "Aldo Moro"

### RIASSUNTO

I risultati del rilevamento geologico del Foglio 438 "Bari" in scala 1:50.000 effettuato nell'ambito del progetto CARG (Cartografia Geologica) mostrano numerose differenze rispetto a quanto riportato nella Cartografia Ufficiale in scala 1:100.000, che rappresenta tuttora la cartografia di riferimento. Le differenze rilevate, o comunque le ulteriori informazioni ottenute dai nuovi studi, sono risultate molto significative soprattutto in corrispondenza dell'area metropolitana di Bari recentemente soggetta ad intensa urbanizzazione ed espansione. Tenuto conto dei tempi necessari per poter divulgare tali dati, si è ritenuto importante, in occasione del Convegno sulla "Geologia urbana di Bari ed area metropolitana", presentare una carta in scala 1:25.000 del territorio metropolitano barese, dove emergessero tutte le novità dei nuovi rilevamenti, al fine di poter fornire uno strumento utile a tutte le figure che operano sul territorio quotidianamente e che necessitano avere dati aggiornati.

### 1. PREMESSA

#### 1.1. COME NASCE IL FOGLIO 438 "BARI"

Nel 2002, nell'ambito del Progetto CARG-Puglia (CARTografia Geologica-Puglia), viene affidato al Dipartimento di Geologia e Geofisica dell'Università degli Studi di Bari "Aldo Moro" il rilevamento del Foglio Geologico 438 "Bari". Il progetto CARG-Puglia rientra nel più ampio progetto CARG nazionale che, nato dalla collaborazione tra Stato (ex SGN, Servizio Geologico Nazionale, attuale ISPRA, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) e Regioni, al momento ha coinvolto oltre 60 strutture tra enti territoriali, istituti del CNR e Dipartimenti Universitari, avendo previsto l'esecuzione di 652 fogli in scala 1:50.000, completi di sezioni, note illustrative e banca dati digitale. I risultati del progetto relativi a tutto il territorio nazionale sono visionabili nel sito <[http://www.apat.gov.it/site/it-it/Servizi\\_per\\_%27Ambiente/Carte\\_geologiche/](http://www.apat.gov.it/site/it-it/Servizi_per_%27Ambiente/Carte_geologiche/)>, che permette di consultare i prodotti cartografici, in alcuni casi nella loro veste definitiva, come approvati nell'ultimo stato di avanzamento dai comitati tecnici.

Per quanto riguarda il Foglio Geologico 438 "Bari", al momento della stipula della convenzione fra ISPRA, Regione Puglia e Dipartimento di Geologia e Geofisica dell'Università di Bari, vengono nominati il prof. Piero Pieri quale Coordinatore e Responsabile Scientifico del Foglio e il prof. Giustino Ricchetti quale Direttore di Rilevamento. Nel 2006, a seguito del pensionamento dei due docenti, questi, rispettivamente nei ruoli, vengono affiancati dalla prof.ssa Luisa Sabato e dal dott. Marcello Tropeano. L'organigramma del foglio è completato, oltre che dai Responsabili ISPRA, Regione Puglia e Università di Bari, dal Responsabile per l'informatizzazione (dott. Massimo Moretti), dagli analisti biostratigrafici (dott. Mauro Caffau per le forme cretatiche e prof.ssa Maria Marino per le forme plio-pleistoceniche) e dai rilevatori (dottori: Giorgio De Giorgio, Vincenzo De Santis, Michele Labriola, Gaetano Lotito, Piero Pieri, Luigi Spalluto, Clemente Zoppi).

Va qui precisato che, nelle fasi iniziali di realizzazione, il rilevamento del Foglio 438 "Bari" ha incontrato diversi ostacoli, anche a causa delle esigue risorse economiche disponibili all'atto della stipula della Convenzione. Infatti, di norma, le risorse economiche stanziare per le Convenzioni fra Università ed Enti Pubblici vengono attribuite all'Attuatore del Progetto per Stati di Avanzamento Lavori (SAL) e, per quanto riguarda un progetto di rilevamento, è difficile con tali premesse avviare un serio lavoro di acquisizione di dati di campo, che è necessariamente quello più importante ed oneroso, e che precede qualsiasi altra analisi o interpretazione. Solo grazie ad un congruo anticipo chiesto dal Dipartimento di Geologia e Geofisica e concesso dall'Ateneo barese nel 2006/2007, le attività previste nell'ambito della Convenzione per la realizzazione del Foglio Geologico 438 "Bari" sono procedute più fluidamente, tanto che il foglio in oggetto ha ormai avuto il nulla-osta per la stampa, ed è attualmente visionabile nel sito ISPRA prima ricordato. Purtroppo l'ISPRA al momento attuale non possiede le risorse economiche per stampare il foglio e le note illustrative allegate. In questo caso, in accordo con tutti i componenti del Dipartimento di Geologia e Geofisica, pur di offrire il prodotto

cartaceo della versione definitiva del Foglio 438 "Bari", la cifra occorrente per la stampa finale è stata comunque accantonata grazie a risparmi effettuati nella fase di realizzazione del progetto e facendo riferimento ad altri fondi di Ateneo.

Un altro problema riscontrato durante le fasi di rilevamento è stato l'utilizzo della base topografica in scala 1:25.000 dell'IGM. Tale base si riferisce ad una realtà geografica relativa ad almeno 60 anni fa che, in un'area come quella di Bari e del suo perimetro metropolitano, così intensamente urbanizzati e antropizzati a partire dagli anni '60, non ha permesso di orientarsi con correttezza rispetto all'attuale stato dei luoghi. Integrando però la cartografia IGM con ortofotocarte recenti e con l'analisi aerofotografica si è comunque cartografato con l'accuratezza dovuta gli affioramenti ancora accessibili. Nelle aree urbane si è fatto inoltre riferimento a dati di perforazione o di semplice scasso per fondazioni e a vecchi rilevamenti inediti (relativi agli anni '70) del prof. Pieri.

Il reperimento di una adeguata cartografia di base resta comunque un grosso problema per i progetti di rilevamento geologico, che, è opportuno sottolineare, si basano sulla classica acquisizione geologica di dati di campo e non sul "riciclo" di vecchia cartografia tematica riammodernata tramite un *lifting* basato esclusivamente sull'uso di metodi di archiviazione-dati su supporto informatico. Il rilevamento di terreno necessita quindi, in prima approssimazione, di carte topografiche "valide" (non semplicemente "validate") sulle quali poter riportare con il dettaglio e l'accuratezza richiesti dalla scala di progetto i dati acquisiti. A questo proposito, se una nuova topografia di base dovesse essere proposta, questa dovrà essere di facile consultazione per l'uso diretto sul terreno, visto che i nuovi prodotti cartografici ormai diffusi sono spesso di uso esclusivo per ambiente GIS e, essendo estremamente ricchi in dettagli (non selezionati o selezionabili per un uso di terreno), non mettono in significativa evidenza quegli elementi geografici presenti nelle vecchie carte topografiche IGM, quali ad esempio orli di scarpata, versanti acclivi, corsi d'acqua effimeri, fondamentali per un

uso di terreno e rilevabili solo con le classiche "battute topografiche".

Infine, il problema sicuramente più grave, e sul quale è importante sottoporre a riflessione l'intera comunità scientifica, è stata la difficoltà di reperire sul territorio quelle professionalità senza le quali è impossibile intraprendere un lavoro di rilevamento geologico ai fini della realizzazione della nuova cartografia geologica dello Stato. Purtroppo la cultura geologica attuale non prevede più di fatto né la capacità di acquisire dati litostratigrafici e/o strutturali di terreno né tantomeno la capacità di sintetizzare i dati acquisiti arealmente su carta, vera pertinenza esclusiva e specificità (persa?) della categoria dei geologi.

## 1.2. COME NASCE LA CARTA GEOLOGICA DELL'AREA URBANA DI BARI

L'area metropolitana di Bari è rappresentata da una zona ampia circa 50 km<sup>2</sup> intensamente urbanizzata che, oltre a comprendere il centro storico e la periferia della città, include molti centri abitati che ormai si collegano al nucleo della città di Bari senza soluzione di continuità. L'intensa urbanizzazione, accompagnata anche da una notevole industrializzazione, si è sviluppata a partire dalla fine degli anni '50, e ha comportato la obliterazione dei caratteri geologici di superficie, causando una notevole difficoltà di intervento, perlomeno nel reperimento dei caratteri geologici preliminari, per i liberi professionisti più giovani che operano quotidianamente nell'area urbana. Infatti, nonostante la presenza di un unico substrato cretaco carbonatico renda abbastanza uniformi i caratteri geologici in profondità, la presenza in superficie di numerose, sottili e discontinue coperture di varia natura litologica, complica il quadro geologico di riferimento soprattutto se si considera che tali coperture rappresentano, nella maggior parte dei casi, i terreni di fondazione. A ciò si aggiunga che anche alcuni elementi geomorfologici significativi, quali i corsi d'acqua effimeri, noti con il termine locale "lame" che, incisi in roccia, attraversavano il tessuto urbano della città di Bari, pur rappresentando caratteri peculiari del territorio, non sono stati considerati come elementi di rispetto o di attenzione durante tutte le fasi di espansione urbanistica vissute storicamente dalla città di Bari. Infatti, nonostante la presenza di significative opere di regimentazione idraulica (canali deviatori), tuttora si verificano problemi di viabilità durante i più violenti acquazzoni e più raramente, durante i fenomeni di più intensa piovosità, hanno luogo momenti di vero e proprio rischio idrogeologico da alluvionamento (Moretto, 2005; Mossa, 2007; Andriani & Walsh, 2009).

Al fine di fornire uno strumento utile alla comprensione dei caratteri geologici di un'area che ormai non consente più l'osservazione diretta, in superficie ed arealmente, di tali caratteri, è stata proposta una carta geologica in scala 1:25.000 dell'area urbana di Bari derivante dai dati del Progetto CARG-Puglia Foglio 438 "Bari" (Pieri *et al.*, 2009). La scala scelta, adeguata per operare una sintesi rispetto al dettaglio di rilevamento originale (1:10.000), è risultata idonea per mettere in risalto arealmente le diversità geologiche (aree di affioramento, spessore, litologia...) presenti originariamente in affioramento sul territorio e pertanto, si ritiene, di buona utilità per la fruizione da parte degli operatori che necessitano di informazioni geologiche preliminari sul territorio urbano di Bari.

La realizzazione della Carta Geologica dell'area urbana di Bari alla scala 1:25.000 (Pieri *et al.*, 2009), eseguita previa autorizzazione dell'ISPRA e della Regione Puglia (enti commissionanti e quindi proprietari dei dati) è stata possibile sia grazie ai rilevamenti eseguiti negli ultimi anni per la realizzazione del Foglio 438 "Bari" (rilievi di superficie, osservazioni lungo scavi di fondazione, dati di sondaggio), ma, come già accennato, anche e soprattutto grazie ai dati rivenienti dai rilevamenti inediti svolti nell'area urbana della

città di Bari dal prof. Piero Pieri tra il 1965 ed il 1973 e già messi a disposizione per il Progetto CARG-Puglia. Inoltre, visti i problemi finanziari che attualmente sta attraversando l'ISPRA, si è pensato di stampare la carta dell'area urbana di Bari utilizzando risorse rivenienti anche da un contributo finanziario chiesto, ed ottenuto, alla SIGEA, Sezione Puglia, ed al Comune di Bari.

La base topografica utilizzata per la realizzazione della Carta Geologica dell'area urbana di Bari alla scala 1:25.000, comprende gran parte della Tavoleta 177 II NE "Bari" e parte della Tavoleta 177 II NO "Santo Spirito" dell'IGM (scala 1:25.000); come già evidenziato, nonostante l'uso di questa base topografica per la cartografia geologica sia certamente un limite poiché risale ad oltre sessanta anni fa (1949) e quindi non evidenzia l'attuale estensione del tessuto urbano della città di Bari, essa ha costituito per l'area ricadente nel Foglio 438 "Bari" l'unica base topografica ufficiale e validata sulla quale poter realizzare i rilevamenti geologici del Progetto-CARG per la nuova edizione della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000.

Infine, si fa presente che lo IUGS (International Union Geological Sciences) nel giugno del 2009, proprio quando si stava portando a termine il rilevamento del Foglio Bari, ha deciso

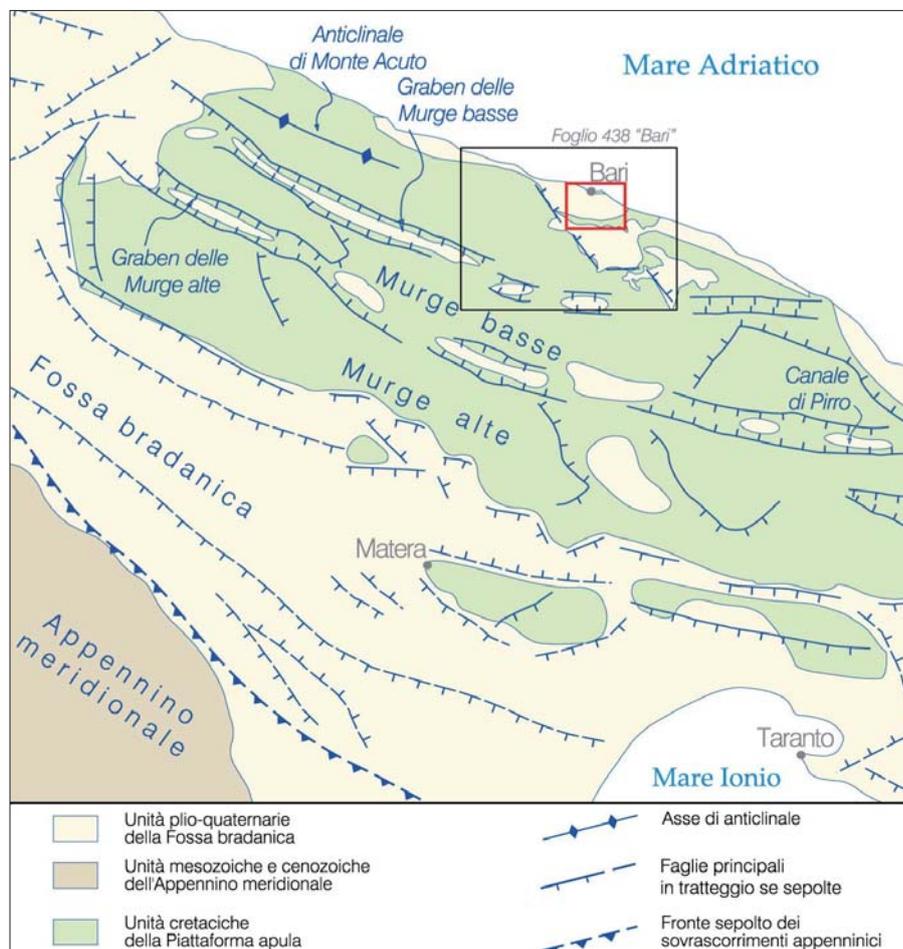


Figura 1 – Inquadramento del Foglio 438 "Bari" nell'area delle Murge (da Pieri *et al.*, 1997, mod.). Nel riquadro più piccolo l'area urbana di Bari corrispondente alla carta geologica in scala 1:25.000 (Pieri *et al.*, 2009) presentata in occasione del Convegno Sigea "Geologia Urbana di Bari e area metropolitana".

di abbassare cronostatigraficamente il limite Pliocene-Pleistocene da 1.8 M di anni a 2.6 M di anni, includendo il piano Gelasiano (dapprima nel Pliocene superiore) nel Pleistocene inferiore. Pertanto anche per i depositi pliocenici e pleistocenici affioranti nell'area urbana di Bari, al fine di non ingenerare confusione, verrà indicata, ove possibile, anche il piano di riferimento.

L'occasione per presentare questa carta è stata offerta dalla SIGEA Puglia che il 28 novembre 2009 ha organizzato a Bari presso Villa Framarino, sede del Parco Regionale di Lama Balice, il Convegno "Geologia urbana di Bari e area metropolitana". Ulteriori copie della carta, comunque qui riprodotta nelle Tavv. la e lb, potranno essere richieste agli autori.

## 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO DEL FOGLIO 438 "BARI" CON PARTICOLARE RIFERIMENTO ALL'AREA URBANA DI BARI

L'area compresa nel Foglio 438 "Bari" (scala 1:50.000) (Pieri *et al.*, in stampa a) è situata lungo il versante adriatico delle Murge centro-settentrionali (Fig. 1) e comprende il tratto di costa tra gli abitati di Giovinazzo e Torre a Mare spingendosi nell'entroterra barese, fino ai primi rilievi posti a quote di poco superiori ai 200 metri (dintorni di Grumo Appula) (Fig. 2). Dal punto di vista geodinamico, l'area qui considerata fa parte dell'Avampaese apulo (Auctt.).

Il quadro geologico locale è relativamente semplice, e nelle sue linee essenziali può essere sintetizzato come segue: sui calcari cretacei di piattaforma carbonatica (localmente rappresentati dal Calcarea di Bari), che costituiscono il substrato dell'intera regione murgiana, poggiano in discordanza le unità plio-pleistoceniche del ciclo della Fossa bradanica (Calcarenite di Gravina ed argille subappennine) e, in discordanza su tutte le unità più antiche, si rinvergono le unità marine e continentali terrazzate del Pleistocene medio-superiore (Azzaroli & Valduga, 1967; Pieri, 1975; 1980; Ricchetti, 1975; Ciaranfi *et al.*, 1988; Ricchetti *et al.*, 1988).

Nonostante l'apparente semplicità dell'area, i lavori di rilevamento geologico hanno messo in evidenza notevoli differenze fra la cartografia geologica ufficiale e la nuova cartografia qui illustrata. In particolare, i risultati raggiunti hanno permesso di ricavare nuovi e più dettagliati dati stratigrafico-deposizionali delle unità affioranti. Per quanto riguarda le novità emerse relativamente alla successione calcarea mesozoica, si rimanda ai lavori di Spalluto *et al.* (2005; 2008) e Spalluto & Caffau (2010) e Pieri *et al.* (in stampa b), mentre in questa nota verrà dato maggiore spazio al nuovo quadro stratigrafico dei depositi quaternari, il cui studio (Spalluto *et al.*, 2010) ha permesso di ricostruire la

successione degli eventi erosivo-sedimentari verificatisi nel Pleistocene medio-superiore e nell'Olocene. Per i motivi prima esposti, quelli quaternari risultano infatti i depositi più interessanti da conoscere, in quanto per porzioni di alcuni quartieri cittadini (p.es. Carrassi e San Pasquale) rappresentano i terreni di fondazione delle prime alte costruzioni in cemento armato realizzate fuori dall'originale centro storico.

La città di Bari si estende su un tratto di costa rocciosa bassa del fianco orientale delle Murge, il noto altipiano carsico che caratterizza la porzione centrale della regione Puglia. Lungo questo fianco delle Murge si sviluppano ampi ripiani poco elevati, digradanti verso il mare (Murge basse) e caratterizzati dalla presenza di piccole valli con pareti subverticali e fondo piatto, scavate nella roccia, e localmente chiamate "lame". In particolare la città si è sviluppata dove queste lame, partendo dal ripiano più elevato delle Murge (Murge alte), dopo essersi organizzate in un fitto, ben gerarchizzato ed ampio reticolo idrografico, trovano recapito in un breve tratto costiero (Pieri, 1975; Gioia *et al.*, in stampa).

Le Murge basse, così come gran parte dell'attuale territorio pugliese, ricadono nel dominio geologico-strutturale dell'Avampaese apulo (D'Argenio *et al.*, 1973; Ricchetti *et al.*, 1988). Esso è costituito da una imponente successione di piattaforma carbonatica mesozoica (riferibile alla Piattaforma Apula, D'Argenio, 1974) che nell'area urbana di Bari si presenta blandamente tettonizzata, con faglie dirette caratterizzate da modesti rigetti (da pochi metri a poche decine di metri) e pieghe ad ampio raggio di curvatura. Questa successione è emersa alla fine del Cretaceo, quando era già in gran parte strutturata (Pieri, 1980; Festa, 2003), e solo a partire dal Pleistocene inferiore, a causa della subsidenza subita dall'intera area murgiana (dovuta alla propagazione verso est del sistema orogeo appenninico), è stata in parte ricoperta da altre unità sedimentarie. La subsidenza ha permesso dapprima la sedimentazione di depositi carbonatici grossolani di mare sottile (Calcarenite di Gravina) e successivamente di depositi fini di ambienti marini relativamente più profondi (argille subappennine) (Iannone & Pieri, 1979; 1980; 1982; Tropeano & Sabato, 2000; Tropeano *et al.*, 2002), entrambi facenti parte del "ciclo della Fossa bradanica" (Auctt.). A partire almeno dal Pleistocene medio si è verificato un importante cambiamento del regime geodinamico, che ha determinato un sollevamento dell'area, (Ciaranfi *et al.*, 1983; Doglioni *et al.*, 1994; 1996), determinando di conseguenza un graduale ritiro del mare. Nello stesso intervallo di tempo, al sollevamento regionale si som-

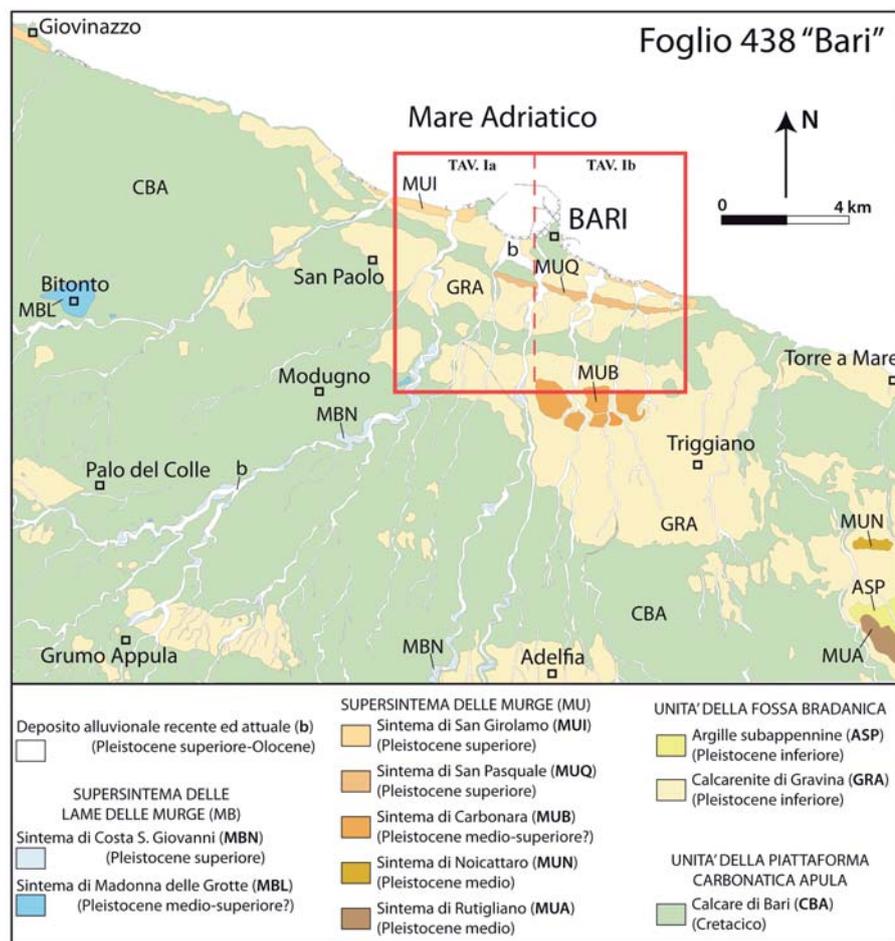


Figura 2 – Carta geologica semplificata del Foglio 438 "Bari".

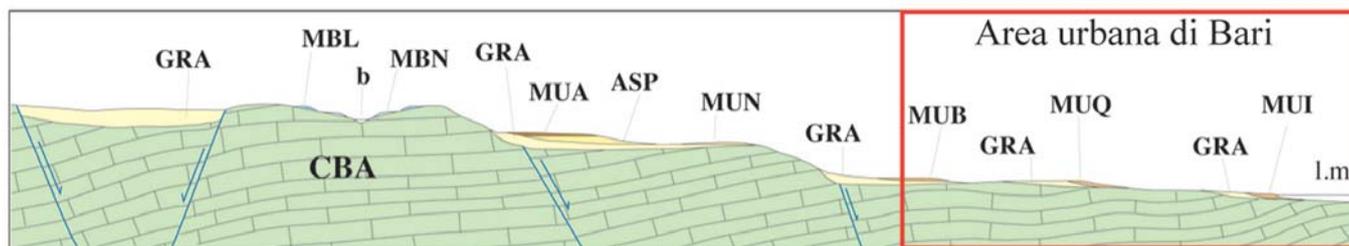


Figura 3 – Schema dei rapporti stratigrafici esistenti fra le unità del Foglio 438 "Bari"; nel riquadro le unità affioranti nell'area urbana di Bari. Calcare di Bari (CBA); Calcarene di Gravina (GRA); argille subappennine (ASP); sintema di Rutigliano (MUA); sintema di Noicattaro (MUN); sintema di Carbonara (MUB); sintema di San Pasquale (MUQ); sintema di San Girolamo (MUI); sintema di Madonna delle Grotte (MBL); sintema di Costa S. Giovanni (MBN); deposito alluvionale recente ed attuale (b).

mavano importanti oscillazioni glacio-eustatiche. L'interferenza di questi fenomeni ha determinato la formazione di numerose fasi sedimentarie trasgressivo-regressive, testimoniate dalla presenza di depositi marini terrazzati, di età compresa fra il Siciliano ed il Tirreniano (Pieri, 1975; Pieri, 1980; Ciaranfi *et al.*, 1988). Contestualmente al ritiro del mare si è sviluppato un fitto reticolo idrografico che ha inciso sia le sottili coperture pleistoceniche che il loro substrato roccioso mesozoico. Tale reticolo idrografico, unitamente ai ripiani prima ricordati, rappresenta una peculiarità geomorfologica delle Murge basse e dell'area di Bari.

### 3. STRATIGRAFIA DELL'AREA URBANA DI BARI

Per quanto riguarda la classificazione delle unità stratigrafiche riconosciute, relativamente a quelle del substrato e della Fossa bradanica si sono utilizzati i classici criteri litostratigrafici, mentre per i sovrastanti depositi marini e continentali terrazzati sono state applicate le indicazioni provenienti dal Quaderno 1 serie III del Servizio Geologico d'Italia (CNR-Commissione per la cartografia geologica e geomorfologica, AA.VV., 1992) che privilegiano l'uso delle unità a limiti inconformi (UBSU). Lo studio dei depositi quaternari, ha permesso di distinguere diverse fasi deposizionali e di ricostruire un assetto stratigrafico che testimonia le fasi più recenti dell'evoluzione geologica della regione.

Di seguito viene illustrata la stratigrafia dell'area, che tiene conto anche di dati ricavati da affioramenti limitrofi rispetto al territorio rappresentato nelle Tavv. Ia e Ib.

Le unità stratigrafiche (formazioni e sintemi) riconosciute nell'area urbana di Bari (Figg. 2 e 3) sono, dalla più antica alla più recente, le seguenti:

#### Unità della Piattaforma carbonatica apula:

- Calcare di Bari (CBA) Età: Albiano superiore-Cenomaniano inferiore.

#### Unità della Fossa bradanica:

- Calcarene di Gravina (GRA) Età: Pleistocene inferiore (Gelasiano?-Calabrian).

#### Supersintema delle Murge (MU):

- sintema di Carbonara (MUB) Età: Pleistocene medio-superiore?

- sintema di San Pasquale (MUQ) Età: Pleistocene superiore;
- sintema di San Girolamo (MUI) Età: Pleistocene superiore.

#### Supersintema delle lame delle Murge (MB):

- sintema di Madonna delle Grotte (MBL) Età: Pleistocene medio-superiore?
- sintema di Costa S. Giovanni (MBN) Età: Pleistocene superiore;

#### Deposito alluvionale recente ed attuale (b). Età: Pleistocene superiore-Olocene

### 3.1. UNITÀ DELLA PIATTAFORMA CARBONATICA APULA

#### 3.1.1. CALCARE DI BARI (CBA)

Il Calcare di Bari (Valduga, 1965; Azzaroli & Valduga, 1967; Ricchetti, 1975) rappresenta il substrato su cui poggiano in discordanza tutte le unità più recenti, ed i suoi limiti inferiore e superiore non risultano affioranti nell'area della carta.

Tale formazione è l'unità più rappresentata nell'area e quella meglio affiorante; spesso è infatti possibile osservare parti di

successione lungo trincee stradali, pareti di cava o versanti dei corsi d'acqua (lame) che caratterizzano l'area.

La recente revisione stratigrafica della successione del Calcare di Bari affiorante nel Foglio 438 "Bari" ha permesso di valutare in circa 470 m il suo spessore (Pieri *et al.*, in stampa a.; Spalluto & Caffau, 2010). Nella carta geologica dell'area urbana di Bari ricade solo la parte intermedia di tale successione, localmente spessa circa 150 m. Qui la successione è costituita in prevalenza da calcari micritici grigio chiaro e bianchi in strati di spessore decimetrico e metrico. I calcari presentano una tessitura prevalentemente fango-sostenuta, e subordinatamente granulo-sostenuta, con frequenti intercalazioni di calcari dolomitici e di dolomie grigie. Il contenuto fossilifero è rappresentato da lamellibranchi (rudiste), sia interi che in frammenti, e da foraminiferi bentonici di significativo valore biostratigrafico, che hanno permesso di riferire la successione del Calcare di Bari affiorante nella carta dell'area

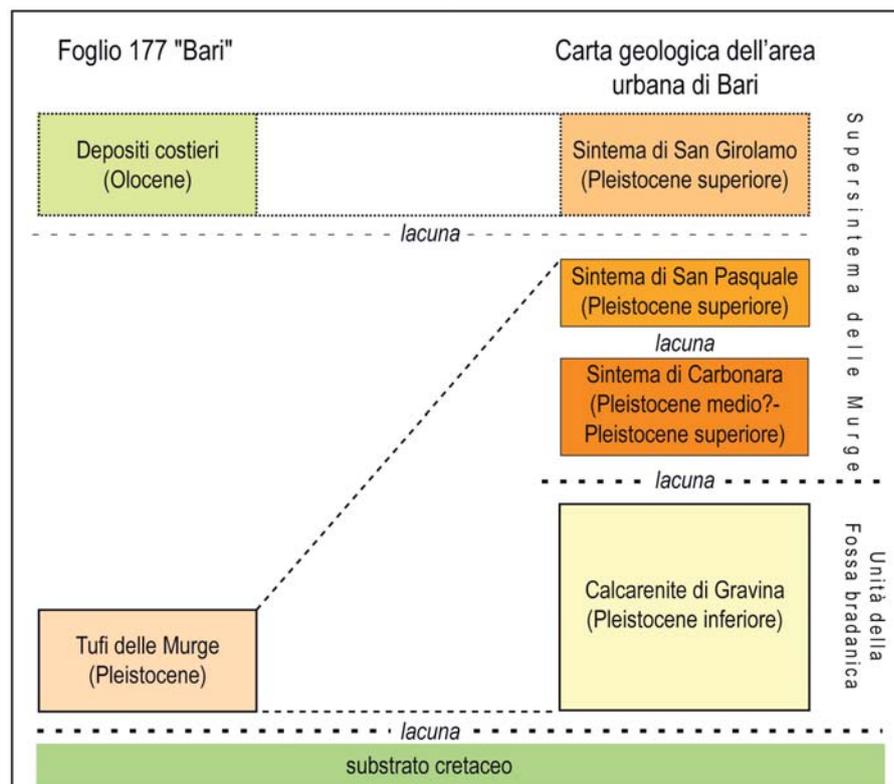
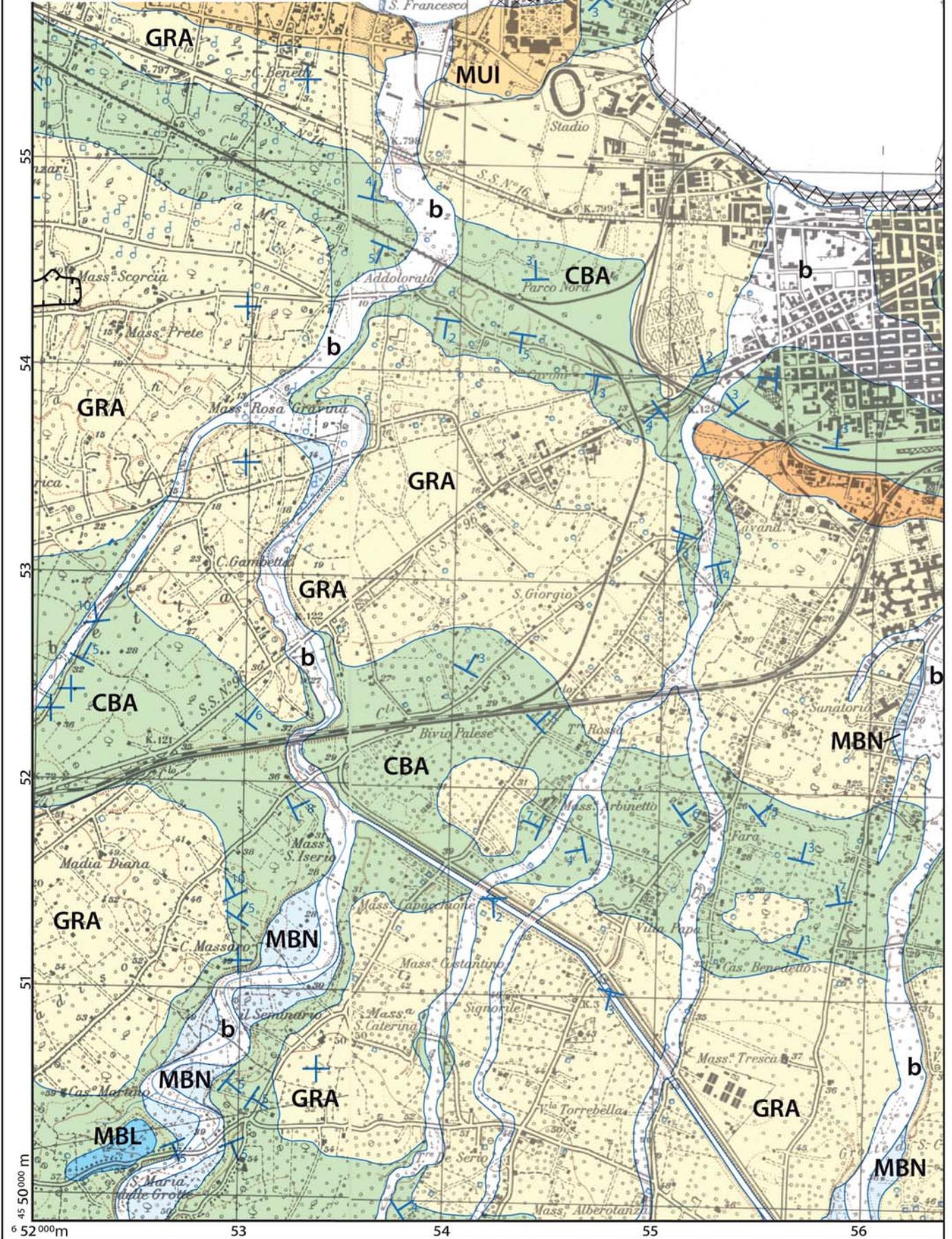


Figura 4 – Schema di correlazione litostratigrafica fra le unità marine quaternarie affioranti nell'area urbana di Bari, così come riportate nel Foglio 177 "Bari" e nella carta geologica dell'area urbana (Tavv. Ia, Ib) (da Spalluto *et al.*, 2010, mod.).

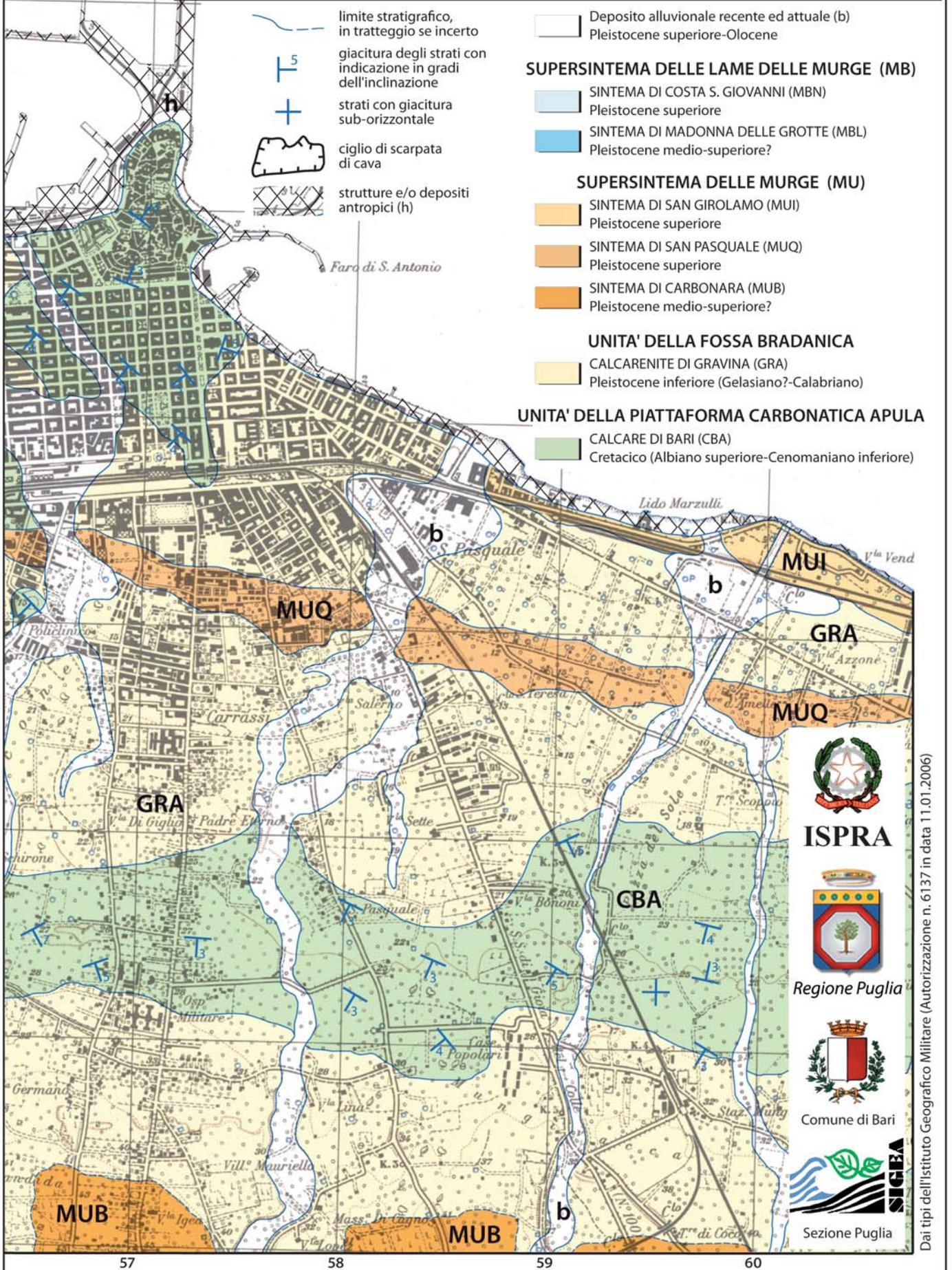


TAV. Ib

# CARTA GEOLOGICA DELL'AREA URBANA DI BARI

Scala 1: 25.000

Piero Pieri, Luisa Sabato, Luigi Spalluto & Marcello Tropeano



Dai tipi dell'Istituto Geografico Militare (Autorizzazione n. 6137 in data 11.01.2006)



ISPRA



Regione Puglia



Comune di Bari



Sezione Puglia

urbana di Bari all'intervallo di tempo Albiano superiore-Cenomaniano inferiore. All'interno della successione del Calcarea di Bari si sono distinte quattro litofacies principali che si ripetono formando cicli deposizionali peritidali di spessore variabile da pochi decimetri a pochi metri ed in genere corrispondenti a singoli strati.

L'ambiente di sedimentazione della successione è pertanto riferibile a sistemi di piattaforma interna.

### 3.2. UNITÀ DELLA FOSSA BRADANICA

#### 3.2.1. CALCARENITE DI GRAVINA (GRA)

La Calcarenite di Gravina, che rappresenta l'unità basale del ciclo della Fossa bradanica, era stata formalizzata da Azzaroli (1968) solo per affioramenti posti ai piedi del versante occidentale delle Murge; solo successivamente la stessa attribuzione è stata informalmente estesa agli analoghi e coevi litotipi affioranti sul lato adriatico delle Murge (Iannone & Pieri, 1979). A questa unità litostratigrafica vengono riferiti parte dei termini "Tufi delle Murge" e "Tufo" introdotti formalmente negli anni '60 nelle carte geologiche ufficiali relative all'area compresa nel Foglio 438 "Bari" (Fig. 4).



Figura 5 – Limite stratigrafico inconforme fra il Calcarea di Bari e la Calcarenite di Gravina caratterizzato da una netta discordanza angolare, osservabile in zona Santa Caterina, lungo una trincea del raccordo autostradale.

La Calcarenite di Gravina poggia sui calcari cretacei del Calcarea di Bari (Fig. 5) e mostra caratteri di facies differenti da luogo a luogo, e spessori molto variabili, da pochi decimetri fino ad un massimo di circa 20 metri. Questo dato è confermato anche dai numerosi sondaggi geognostici che sono stati effettuati da privati e da enti pubblici. I massimi spessori sono osservabili nei pressi dell'abitato di Carbonara di Bari (le ultime cave sono visibili nell'estrema area meridionale della carta, a est della Lama Picone) e del quartiere San Paolo della città di Bari.

In aree limitate, nella periferia meridionale dell'abitato di Bari, la parte inferiore della Calcarenite di Gravina è costituita a luoghi da sedimenti siltoso-sabbiosi spessi pochi metri; lo studio di tali sedimenti è stato effettuato sulle rare sezioni naturali ancora visibili e, durante fasi di scavo, su numerose sezioni artificiali che sono state poi velocemente ricoperte. Questi depositi poggiano in discordanza sui calcari del Cretacico tramite un contatto marcato da una superficie carsificata molto irregolare e colmano modeste depressioni morfo-strutturali allungate in senso ONO-ESE già esistenti nel substrato cretacico al momento dell'ingressione marina. Come detto, la parte bassa di tali depositi, spesso pochi metri, è costituita da silt e sabbie limose rosse compatte, con più o meno frequenti livelli di ciottoli calcarei bianchi, mentre la parte alta è comunemente costituita da calcisiltiti poco cementate di colore giallo ocra o giallo paglierino che sfumano gradualmente verso l'alto alle calcareniti macrofossilifere che caratterizzano ovunque la parte alta dell'unità. In accordo con Iannone & Pieri (1979) i silt argillosi rossastri basali sono stati interpretati come depositi alluvionali, mentre le calcisiltiti come de-

positi salmastro-lagunari che evolvono gradualmente verso l'alto ad ambienti marini più franchi. Tali depositi, così caratteristici, sono (o erano!) visibili solo in corrispondenza di sezioni artificiali (come nel caso della sezione di Villa Salerno nel quartiere San Pasquale e di Santa Caterina, entrambe non più visibili) (Fig. 6), o lungo tratti di lama che ritagliano queste successioni, come per esempio lungo la lama Lamasinata.

Le facies più tipiche e diffuse della Calcarenite di Gravina sono invece costituite da calcareniti lito-bioclasiche a tessitura

grossolana che, laddove i sedimenti siltoso-sabbiosi sottostanti sono assenti, poggiano direttamente sul substrato cretacico. In quest'ultimo caso, il contatto è rappresentato da una discordanza angolare evidenziata da una superficie di abrasione sui calcari cretacei, frequentemente marcata da intensa bioerosione. Tale contatto trasgressivo è ovunque ben evidente per il contrasto litologico fra i sottostanti calcari micritici del Cretacico e i soprastanti depositi calcarenitici, dovuto ai diversi caratteri tessiturali e al diverso grado di cementazione. Questa porzione più tipica della Calcarenite di Gravina è costituita da strati e banchi di calcareniti e calciruditi bioclastiche e di calcari organogeni ad alghe calcaree, scarsamente cementati e abbondantemente porosi, per uno spessore massimo complessivo di circa 20 metri. In particolare, tali depositi sono costituiti a partire dal basso da un banco di un paio di metri di biocalcareniti con abbondanti resti fossili interi o in frammenti, la cui base può essere marcata da sottili e discontinui livelli di ghiaie calcaree con abbondante matrice sabbiosa; segue per la restante parte un'alternanza di strati e banchi di biocalcareniti, biocalciruditi e calcari macro e microfossiliferi a lamelli-branchi, gasteropodi, anellidi, echinidi, alghe rosse, foraminiferi bentonici e più raramente foraminiferi planctonici; a più altezze stratigrafiche, alle calcareniti si intercalano livelli calciruditi con alte concentrazioni di alghe rosse. Nel complesso, la Calcarenite di Gravina mostra caratteri di facies riconducibili in prevalenza ad un sistema carbonatico di mare sottile, dominato dalle onde, come suggerito regionalmente da Tropeano & Sabato (2000), e localmente riferibile ad ambienti alluvionali passanti verso l'alto ad ambienti salmastri, come osservato in aree ristrette da Pieri (1975) e Iannone & Pieri (1979).

Il contenuto faunistico non consente di dettagliare ulteriormente l'età di tale formazione che viene pertanto riferita al Pleistocene inferiore (Gelasiano?-Calabrian) sulla base di considerazioni di carattere regionale e in base a studi precedenti (Azzaroli *et al.*, 1968; Azzaroli & Valduga, 1967; Merla & Ercoli, 1971; Iannone & Pieri, 1979; D'Alessandro & Iannone, 1983).

### 3.3. SUPERSINTEMA DELLE MURGE (MU)

Il supersintema delle Murge contiene 5 ordini di depositi marini terrazzati riconosciuti nell'ambito dei nuovi rilevamenti condotti nell'area del Foglio 438 "Bari" (Fig. 2). Si tratta di depositi a composizione carbonatica e/o silicoclastica, riferibili ad ambienti costieri e accumulatisi a partire dal Pleistocene medio e fino al Pleistocene superiore in distinte fasi sedimentarie. Il limite inferiore del supersintema è erosivo su tutte le unità più antiche



Figura 6 – Terre rosse residuali con ciottoli carbonatici osservabili alla base della calcarenite di Gravina, nel Quartiere San Paolo della città di Bari.

(Fig. 3); il limite superiore è anch'esso erosivo ed è localmente ricoperto da uno spessore esiguo, in genere di pochi decimetri, di suolo. Nella Carta Geologica delle Murge e del Salento, Ciaranfi *et al.* (1988) attribuiscono tutti i depositi qui inclusi nel supersistema delle Murge all'unità con il rango di formazione dei "Depositi marini terrazzati" (Fig. 4).

Nell'area compresa all'interno della carta geologica dell'area urbana di Bari affiorano solo i depositi relativi ai tre ordini più recenti, e verranno di seguito descritti a partire dal più alto in quota. Trattandosi infatti di depositi marini terrazzati, nelle aree interne, più sollevate, si rinvergono i sistemi più antichi mentre in aree sempre più prossime alla linea di costa attuale si rinvergono progressivamente i sistemi più recenti.

### 3.3.1. SINTEMA DI CARBONARA (MUB)

Il sistema di Carbonara affiora lungo alcuni fronti di cava e sezioni ferroviarie oltre che in corrispondenza del canale artificiale dell'abitato di Carbonara di Bari (Tav. Ia) e si eleva a circa 40-45 m sul livello del mare, dal quale dista circa 5 km. Il limite inferiore è disconforme sulla Calcarenite di Gravina (Fig. 3). Il sistema di Carbonara era stato incluso nella formazione dei "Tufi delle Murge" nella precedente edizione della Carta Geologica d'Italia (Fig. 4).

Tale sistema è formato da una successione spessa al massimo 9-10 m costituita alla base da ciottoli carbonatici derivanti dall'erosione della Calcarenite di Gravina immersi in una matrice sabbioso-siltosa molto fine di color giallo chiaro. Verso l'alto i silt e le sabbie fini diventano più abbondanti e sono alternati a sottili strati calcarei micritici contenenti pic-

coli gasteropodi e lamellibranchi e rari foraminiferi bentonici. Si riconoscono anche alcune superfici di emersione evidenziate dalla presenza di fratture riempite da croste calcaree. Nella parte intermedia dell'unità diventano più frequenti i calcari micritici, mentre nella parte più alta dell'unità si distinguono strati sottili di sabbie calcaree fossilifere ricche di frammenti di gusci di lamellibranchi, brachiopodi, echinidi, gasteropodi, foraminiferi bentonici e planctonici (rari) e alghe calcaree. L'ambiente di sedimentazione di tale sistema è variabile da una laguna ristretta soggetta a frequenti emersioni (parte inferiore), a facies protette di transizione ad ambienti marini costieri (parte intermedia) a facies chiaramente marine e relativamente più aperte di ambiente di piattaforma (parte superiore).

L'età del sistema di Carbonara può essere riferita, in base alla posizione stratigrafica e a considerazioni di carattere regionale, al Pleistocene medio-superiore?

### 3.3.2. SINTEMA DI SAN PASQUALE (MUQ)

Il sistema di San Pasquale si estende per circa 5 km nella città di Bari attraversandola interamente da Ovest ad Est (Tavv. Ia, Ib), e costituisce un corpo che si eleva fino a 15 m sul livello del mare, dal quale dista circa 2 km. Il limite inferiore di tale sistema è inconforme sia sul Calcare di Bari che sulla Calcarenite di Gravina. Incluso nella formazione dei "Tufi delle Murge" nella precedente edizione della Carta Geologica d'Italia, il sistema di San Pasquale è stato attribuito più di recente all'unità informale del Cordone litorale di Bari (*sensu* Pieri, 1988).

I depositi di tale sistema, spessi pochi metri, sono osservabili presso il Conservatorio della città di Bari e lungo un taglio ferroviario in prossimità di Villa Romanazzi. Dal basso si distinguono tre unità litologiche di spessore metrico (Pieri, 1975; 1988; Moretti & Tropeano, 1996) non cartografabili a causa del loro esiguo spessore e delle limitate aree di affioramento: un'unità siltosa, un'unità sabbiosa, un'unità ghiaiosa. L'unità siltosa, spessa da pochi decimetri a circa 2 m, è costituita da silt laminati ricchi di ostracodi e di resti di characee, ai quali si intercalano straterelli di calcari nodulari fossiliferi (ostracodi, oogoni di Characea, piccoli gasteropodi). Verso l'alto l'unità siltosa passa rapidamente all'unità sabbiosa, spessa 1,5-2 m; questa unità è rappresentata da sabbie ben classate, con granuli arrotondati e prive di matrice. Sia l'unità siltosa che l'unità sabbiosa sono caratterizzate per quasi tutto il loro spessore dalla presenza di strutture sedimentarie deformative (Fig. 7) che presentano dimensioni variabili

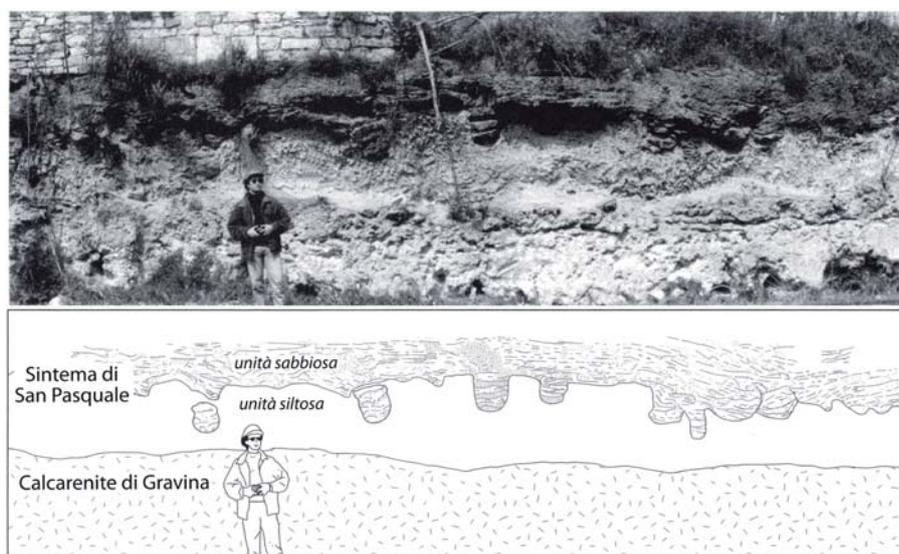


Figura 7 – Strutture di deformazione sinesedimentaria sviluppatesi fra l'unità siltosa e quella sabbiosa del sistema di San Pasquale. L'affioramento, ora non più osservabile, era ubicato lungo un taglio ferroviario nella città di Bari, presso Villa Romanazzi. Da Moretti & Tropeano (1996) mod.

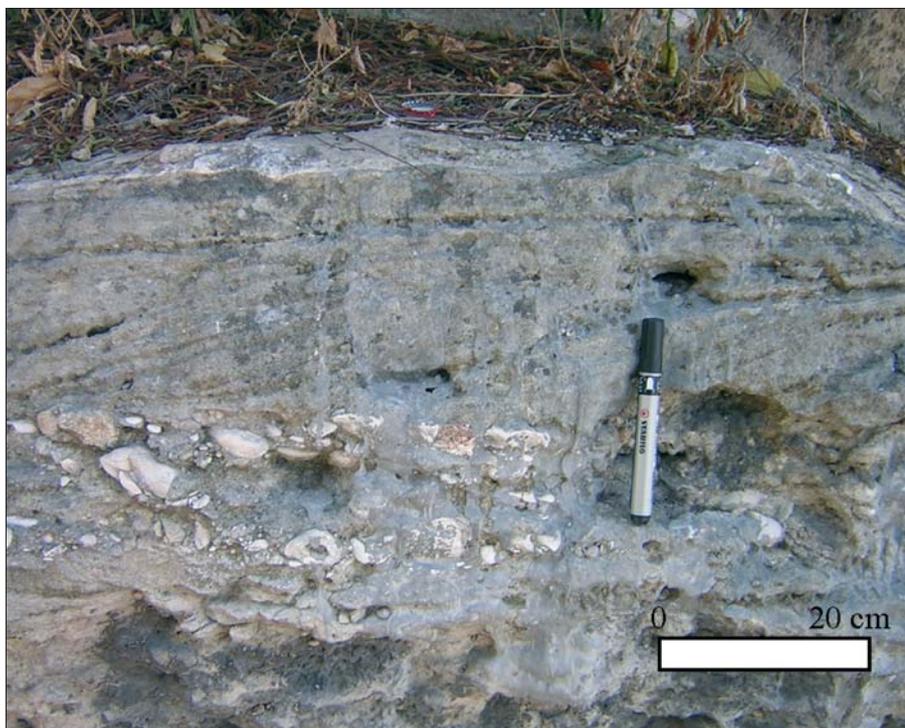


Figura 8 – Conglomerati con ciottoli calcarei e arenarie con laminazione obliqua riferibili al sistema di san Pasquale, osservabili presso il Conservatorio della città di Bari.

da 10 a 60 cm, con forme irregolari, spesso subsferiche, la cui origine è stata riferita ad un sisma che ha interessato l'area durante la sedimentazione del sintema stesso (Moretti & Tropeano, 1996; Moretti *et al.*, 2002). Infine, sul lato verso mare, sui depositi sopra descritti poggia, in contatto erosivo, l'unità ghiaiosa spessa circa un metro. Quest'ultima unità è ben stratificata ed è costituita da ciottoli discoidali ben arrotondati e ben classati immersi in una matrice sabbiosa grossolana (Fig. 8).

Dal punto di vista ambientale il deposito siltoso è stato attribuito ad un ambiente lagunare, quello sabbioso ad un ambiente eolico di retrospiaggia e quello ghiaioso ad un ambiente di avanspiaggia (Moretti & Tropeano, 1996).

L'età del sintema di San Pasquale viene riferita, sia in base alla posizione stratigrafica che a considerazioni di carattere regionale, al Pleistocene superiore (Pieri, 1988; Moretti & Tropeano, 1996).

### 3.3.3. SINTEMA DI SAN GIROLAMO (MUI)

Con andamento parallelo alla costa, sia a Nord Ovest che a Sud Est della città di Bari (Tav. Ia) si rinvencono lembi residui di depositi calcarenitici, irregolarmente cementati, che originariamente costituivano dei piccoli rilievi allungati secondo la linea di costa (Zezza, 1971; Pieri, 1975). Questo sintema corrisponde all'unità cartografata come "Depositi costieri" nel Foglio Geologico 177 "Bari" (scala 1:100.000) successivamente attribuita all'unità informale in facies costiera delle "Dune di San Girolamo" (*sensu* Pieri, 1988).

L'ubicazione di tale sintema nell'ambito del perimetro cittadino impedisce nelle condizioni attuali il riconoscimento dei principali caratteri (morfologia, spessore, contatti con le unità sottostanti ecc.); infatti, le aree di affioramento sono state completamente urbanizzate, e dell'originario deposito rimangono solo pochi testimoni sulla base dei quali è stato possibile delimitare le aree di affioramento ed i caratteri di facies (Fig. 9). A tal fine sono stati molto utili anche i dati di profondità ot-



Figura 9 – Calcareniti ben cementate con laminazione obliqua a vario angolo affioranti in lembi in località Fesca, alla periferia della città di Bari.

tenuti dai numerosi sondaggi eseguiti a scopo geognostico da enti pubblici e da privati, da cui si ricava che i depositi appartenenti a tale sintema poggiano con contatto inconforme e discordante sia sul substrato cretacico che sulla Calcarenite di Gravina (Fig. 3).

Tale sintema è formato da calcareniti, poggianti con contatto inconforme sul Calcarea di Bari e sulla Calcarenite di Gravina, che presentano sottile stratificazione obliqua a vario angolo ed in cui si riconoscono gasteropodi continentali; in genere sono ben cementate, molto porose, ben classate e fitamente laminate, e vengono attribuite ad ambienti eolici di retrospiaggia.

Il sintema di San Girolamo è stato attribuito, per la posizione stratigrafica ed in base a considerazioni di carattere regionale, al Pleistocene superiore.

### 3.4. SUPERSINTEMA DELLE LAME DELLE MURGE (MB)

Il supersintema delle lame delle Murge comprende tutti i depositi alluvionali terrazzati posti qualche metro al di sopra dell'attuale alveo dei principali corsi d'acqua presenti nell'area (Tav. Ia). Tali corsi d'acqua formano il reticolo idrografico delle Murge basse e sono attualmente incassati all'interno del substrato. I depositi del supersintema delle lame delle Murge, poggianti con limite inconforme sul Calcarea di Bari, presentano caratteristiche litologiche e tessiture molto simili e, sulla base delle quote di affioramento, sono stati inseriti in due differenti sintemi: il sintema di Madonna delle Grotte ed il sintema di Costa S. Giovanni. Il supersintema delle

lame delle Murge corrisponde alle alluvioni terrazzate incluse nei "Depositi alluvionali" dagli autori della precedente edizione della Carta Geologica d'Italia.

#### 3.4.1. SINTEMA DI MADONNA DELLE GROTTI (MBL)

Tale sintema poggia sul Calcare di Bari con limite inconforme (Fig. 3), ed è costituito da depositi alluvionali cementati che affiorano a quote comprese tra i 4 e gli 8 m in lembi terrazzati lungo i maggiori solchi erosivi, ed in particolare nell'area urbana, lungo Lama-sinata.

Si tratta di conglomerati ben cementati con spessori variabili da pochi centimetri fino ad un massimo di circa 2-3 m, costituiti da ciottoli carbonatici in matrice residuale siltoso-sabbiosa rossastra. Data la posizione altimetrica, si sono depositi prima dell'incassamento delle lame in strette valli all'interno dei calcari mesozoici.

L'età è riferibile, per la posizione stratigrafica e per considerazioni di carattere regionale, al Pleistocene superiore.

#### 3.4.2. SINTEMA DI COSTA SAN GIOVANNI (MBN)

Tale sintema poggia sul Calcare di Bari con limite in conforme (Fig. 3), ed è costituito da depositi alluvionali conservati in piccoli lembi terrazzati a quote comprese tra 1 e 2 m sopra l'alveo dei principali corsi d'acqua, lungo il tratto più a monte; nell'area urbana si rinvengono lungo Lamasinata e Lama Picone.

Si tratta di ghiaie spesse 2-3 m, solo a luoghi cementate, formate da ciottoli calcarei subarrotondati e matrice residuale siltoso-sabbiosa.

L'età è riferibile, per la posizione stratigrafica e per considerazioni di carattere regionale, al Pleistocene superiore.

### 3.5. DEPOSITO ALLUVIONALE RECENTE ED ATTUALE (B)

Si tratta di sedimenti di origine alluvionale che occupano il fondo di numerosi solchi erosivi, e ampie aree a ridosso del sintema di San Pasquale e del sintema di San Girolamo (Tavv. Ia, Ib). Sono costituiti da ghiaie formate da clasti calcarei subarrotondati in matrice siltoso-terrosa rossastra, con rare intercalazioni di silt argillosi. Il loro spessore varia notevolmente da luogo a luogo, raggiungendo nelle zone più prossime al mare i 10 metri. L'età è riferibile al Pleistocene superiore-Olocene.

## 4. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE: NOVITÀ EMERSE DAL FOGLIO 438 "BARI" RIGUARDANTI L'AREA METROPOLITANA DI BARI

I lavori di rilevamento condotti per la realizzazione del Foglio 438 "Bari", che è il primo foglio del Progetto CARG per la Regione Puglia realizzato nell'area delle Murge, consentono

di aggiornare significativamente le conoscenze dell'area, fornendo per esempio una stratigrafia originale del Quaternario.

A tale riguardo, le nuove informazioni sono risultate molto preziose per dettagliare i caratteri litostratigrafici dei depositi che costituiscono i terreni di fondazione nell'area urbana di Bari, e la nuova stratigrafia, più ricca ed articolata di quella presente nella precedente edizione della Carta Geologica d'Italia (Foglio 177 "Bari", in scala 1:100.000), fornisce una chiave di lettura più completa e più coerente dell'evoluzione sedimentaria dell'area di studio. Infatti, i dati stratigrafici esposti in questo lavoro permettono di tracciare le principali tappe dell'evoluzione sedimentaria quaternaria del settore delle Murge basse compreso nel Foglio 438 "Bari", che ben si inquadrano nel contesto delle conoscenze geologico-regionali sintetizzate da Ricchetti *et al.* (1988). Va sottolineato che parte dei depositi definiti come Tufi delle Murge nel Foglio 177 "Bari" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 sono stati ora attribuiti alla Calcarenite di Gravina, così come già suggerito da Iannone & Pieri (1979) (Fig. 4).

Tali depositi hanno registrato dal punto di vista stratigrafico la fase di subsidenza regionale che ha determinato durante il Pleistocene inferiore (Gelasiano?-Calabriano) il progressivo annegamento di vasti settori delle Murge. Il ritorno del mare in un'area esposta fin dal Cretacico superiore ha portato alla formazione di coperture sedimentarie, che, in corrispondenza di depressioni morfostutturali già presenti all'atto dell'ingressione, hanno fossilizzato depositi continentali o palustri, conservatisi localmente alla base della Calcarenite di Gravina. All'epoca dei rilevamenti compiuti negli anni '60 per la realizzazione della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 (e tuttora in ambito commerciale o applicativo) tutti i litotipi calcarenitici, prevalentemente organogeni e facili da tagliare in conci da costruzione, venivano informalmente definiti tufi o tufi calcarei. Era questa anche l'accezione utilizzata da D'Erasmo (1934) per identificare tutti i depositi discordanti sui calcari cretacei delle Murge, pur essendo l'autore consapevole della esistenza di più facies poste in posizione stratigrafica differente: alcune depositatesi in un contesto di generalizzata ingressione marina, altre invece durante diverse fasi di ritiro del mare. È solo a quest'ultimo contesto che Azzaroli & Valduga (1967) attribuiscono tutti i depositi della formazione dei "Tufi delle Murge", con un significato opposto a quello dato dallo stesso Azzaroli (1968) alla Calcarenite di Gravina così come definita sul lato bradanico delle Murge. Utilizzare quindi quest'ultimo termine formazionale per identificare alcuni dei

depositi in precedenza attribuiti ai Tufi delle Murge significa posizionare diversamente tali depositi in un contesto lito- e cronostatigrafico regionale ed attribuire loro un significato geodinamico differente. Tuttavia, durante i lavori di rilevamento del nuovo Foglio 438 "Bari" sono stati distinti depositi più recenti della Calcarenite di Gravina, formati in un contesto di generale regressione che risponde bene alla definizione formazionale originale data da Azzaroli & Valduga (1967) all'intera successione dei Tufi delle Murge; per questi si è preferito utilizzare il termine *supersintema delle Murge* che da una parte permette di distinguere i differenti episodi di terrazzamento deposizionale marino riconosciuti nell'area (sintemi) e dall'altra evita di riportare confusione nella terminologia formale utilizzata, visto che anche in questo caso non tutti i depositi precedentemente cartografati come Tufi delle Murge possono essere ricondotti al supersintema delle Murge (Fig. 4).

Questa fase regressiva è da mettere in relazione con un fenomeno di sollevamento regionale ben noto in tutta l'area pugliese, iniziato nel Pleistocene medio e tuttora in atto, e che ha prodotto una successione di eventi erosivi e sedimentari che hanno portato alla formazione dei depositi marini terrazzati del supersintema delle Murge. Nell'intero Foglio 438 "Bari" sono stati riconosciuti cinque ordini di terrazzi deposizionali a cui è stato attribuito il rango di sintema. Nell'area urbana di Bari si rinvengono i tre sintemi più recenti. La distribuzione altimetrica dei singoli sintemi appartenenti al supersintema delle Murge testimonia le tappe del sollevamento della regione, evidenziate anche dall'approfondimento intermittente dei principali corsi d'acqua che hanno registrato fasi alterne di incisione e di alluvionamento con conseguente disposizione in terrazzi dei depositi alluvionali, definiti nell'insieme come *supersintema delle lame delle Murge*.

In conclusione, la carta geologica della città di Bari in scala 1:25.000 rappresenta un prodotto derivato in parte dai lavori di rilevamento effettuati per la realizzazione del nuovo Foglio Geologico 438 "Bari" e permette di proporre una mappa della distribuzione delle unità che rappresentano i terreni di fondazione dell'area metropolitana. In particolare viene in parte colmata la scarsa conoscenza esistente in letteratura riguardo i caratteri fisici ed evolutivi dei depositi pleistocenici marini che caratterizzano l'area (Calcarenite di Gravina e supersintema delle Murge). La stessa carta geologica evidenzia la presenza, la posizione e le caratteristiche di riempimento delle diverse "lame" che attraversavano la città, ma che, pur rappresentando un peculiare carattere del territorio, appaiono ormai completamente obliterate e ignorate.

- AA. VV. (1992), *Carta Geologica d'Italia 1:50.000 – Guida al rilevamento*. Quaderni SGN, serie III, **1**, 203 pp.
- ANDRIANI G. F., WALSH N. (2009), *An example of the effects of anthropogenic changes on natural environment in the Apulian karst (southern Italy)*. *Environ. Geol.*, **58**, 313-325.
- AZZAROLI A. (1968), *Calcarenite di Gravina. Studi illustrativi della Carta Geologica d'Italia – Formazioni geologiche*. Servizio Geologico d'Italia, **1**, 183-185.
- AZZAROLI A., PERNO U., RADINA B. (1968), *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia. Foglio 188 "Gravina di Puglia"*. *Serv. Geol. d'It.*, 57 pp.
- AZZAROLI A., VALDUGA A. (1967), *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia. Foglio 177 "Bari" e Foglio 178 "Mola di Bari"*. *Serv. Geol. d'It.*, 26 pp.
- CIARANFI N., GHISETTI F., GUIDA M., IACCARINO G., LAMBIASE S., PIERI P., RAPISARDI L., RICCHETTI G., TORRE M., TORTORICI L., VEZZANI L. (1983), *Carta neotettonica dell'Italia meridionale*. Pubbl. n° 515 del Progetto Finalizzato Geodinamica, 62 pp., 8 tavv.
- CIARANFI N., PIERI P., RICCHETTI G. (1988), *Note alla carta geologica delle Murge e del Salento (Puglia centro-meridionale)*. *Mem. Soc. Geol. It.*, **41**, 449-460.
- D'ALESSANDRO A., IANNONE A. (1983), *Pleistocene carbonate deposits in the area of Monopoli (Bari province): sedimentology and palaeoecology*. *Geologica Romana*, **21**, 603-653.
- D'ARGENIO B. (1974), *Le piattaforme carbonatiche periadriatiche. Una rassegna di problemi nel quadro geodinamico mesozoico dell'area mediterranea*. *Mem. Soc. Geol. It.*, **13**, 137-160.
- D'ARGENIO B., PESCATORE T., SCANDONE P. (1973), *Schema geologico dell'Appennino meridionale (Campania e Lucania)*. In: "Moderne vedute sulla geologia dell'Appennino". *Acc. Naz. Dei Lin., Quad.* **183**, 49-72.
- D'ERASMO G. (1934), *Il Mare Pliocenico della Puglia*. *Mem. Geol. e Geogr.*, **4**, 47-138.
- DOGLIONI C., MONGELLI F., PIERI P. (1994), *The Puglia uplift (SE Italy): an anomaly in the foreland of the Apenninic subduction due to buckling of a thick continental lithosphere*. *Tectonics*, **13** (5), 1309-1321.
- DOGLIONI C., TROPEANO M., MONGELLI F., PIERI P. (1996), *Middle-Late Pleistocene uplift of Puglia: an "anomaly" in the Apenninic foreland*. *Mem. Soc. Geol. It.*, **51**, 101-117.
- FESTA V. (2003), *Cretaceous structural features of the Murge area (Apulian Foreland, Southern Italy)*. *Geol. Helv.*, **96**, 11-22. *Eclogae*.
- GIOIA D., SABATO L., SPALLUTO L., TROPEANO M. (in stampa), *Fluvial landforms and their relationships with the geological setting in the Murge Area (Puglia, Southern Italy)*. *Journal of maps*.
- IANNONE A., PIERI P. (1979), *Considerazioni critiche sui tufi calcarei delle Murge. Nuovi dati litostratigrafici e paleoambientali*. *Geogr. Fis. e Din. Quat.*, **2**, 173-186.
- IANNONE A. & PIERI P. (1980), *Caratteri neotettonici dei Fogli 176 «Barletta» e 177 «Bari»*. CNR Progetto finalizzato geodinamica, sottoprogetto neotettonica. Estratto da: Contributi preliminari alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia, **356**, 83-100.
- IANNONE A., PIERI P. (1982), *Caratteri neotettonici delle Murge*. *Geol. Appl. e Idrogeol.*, **17**, 147-159.
- MERLA G., ERCOLI A. (1971), *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia. Foglio 190 "Monopoli"*. *Serv. Geol. d'It.*, 23 pp.
- MORETTI M. (2005), *Le alluvioni nel settore adriatico delle Murge (Terra di Bari): cause geologiche e ruolo dell'azione antropica*. *Geologi e Territorio*, **3**, 11-12.
- MORETTI M., PIERI P., TROPEANO M. (2002), *Late Pleistocene soft-sediment deformation structures interpreted as seismites in paralic deposits in the City of Bari (Apulian foreland – Southern Italy)*. In: "Ettenshon F.R., Rast N. & Brett C.E. (Eds) Ancient seismites", *Geological Society of America, Spec. Paper*, **359**, 75-85.
- MORETTI M. & TROPEANO M. (1996), *Strutture sedimentarie deformative nei depositi tirreniani di Bari*. *Mem. Soc. Geol. It.*, **51**, 485-500.
- MOSSA M. (2007), *The floods in Bari. What history should have taught*. *J. of Hydr. Res.*, **45**, 579-594.
- PIERI P. (1975), *Geologia della città di Bari*. *Mem. Soc. Geol. It.*, **14**, 379-407.
- PIERI P. (1980), *Principali caratteri geologici e morfologici delle Murge*. *Murgia sotterranea*, **2/2**, 13-19.
- PIERI P. (1988), *Evoluzione geologica e morfologica dell'area di Bari*. In: *Archeologia di una città: Bari dalle origini al X secolo*, **2**, 7-14.
- PIERI P., FESTA V., MORETTI M., TROPEANO M. (1997), *Quaternary tectonic activity of the Murge area (Apulian foreland, Southern Italy)*. *Ann. Geofisica*, **40/5**, 1395-1404.
- PIERI P., SABATO L., RICCHETTI G., TROPEANO M., DE GIORGIO G., LABRIOLA M., LOTITO G., SPALLUTO L. & ZOPPI C. (in stampa a), *F° 438 "Bari" in scala 1:50.000*. III SAL approvato dal Comitato ISPRA. Disponibile online sul sito APAT: [http://www.apat.gov.it/Media/carg/Allestimento/438\\_Bari/438.htm](http://www.apat.gov.it/Media/carg/Allestimento/438_Bari/438.htm).
- PIERI P., SABATO L., SPALLUTO L., TROPEANO M. (2009), *Carta geologica dell'area urbana di Bari in scala 1:25.000*. Edizioni LAC, Firenze.
- PIERI P., SPALLUTO L., SABATO L., TROPEANO M. con contributi di: ANDRIANI G.F., CAFFAU M., LABRIOLA M., MAGGIORE M., MARINO M., & WALSH N. (in stampa b), *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 438 BARI*. III SAL approvato dal Comitato ISPRA, 104 pp.
- RICCHETTI G. (1975), *Nuovi dati stratigrafici sul Cretaceo delle Murge emersi da indagini nel sottosuolo*. *Boll. Soc. Geol. It.*, **94** (3), 1013-1108.
- RICCHETTI G., CIARANFI N., LUPERTO SINNI E., MONGELLI F., PIERI P. (1988), *Geodinamica ed evoluzione sedimentaria e tettonica dell'avampaese apulo*. *Mem. Soc. Geol. It.*, **41**, 57-82.
- SPALLUTO L., CAFFAU M. (2010), *Stratigraphy of the mid-Cretaceous shallow-water limestones of the Apulia Carbonate Platform (Murge, Apulia, southern Italy)*. *Italian Journal of Geosciences. (Boll. Soc. Geol. It.)*, **129** (3), 335-352.
- SPALLUTO L., CAFFAU M., DE GIORGIO G. (2008), *The upper Albian-lower Cenomanian inner shelf carbonate succession of the Calcarea di Bari Fm. from the Murge area (Apulia, southern Italy): lithostratigraphy, biostratigraphy and facies analysis*. *Rend. Soc. Geol. It online*, **2**, 175-180.
- SPALLUTO L., PIERI P., RICCHETTI G. (2005), *Le facies carbonatiche di piattaforma interna del Promontorio del Gargano: implicazioni paleoambientali e correlazioni con la coeva successione delle Murge. (Italia meridionale, Puglia)*. *Boll. Soc. Geol. It.*, **124**, 675-690.
- SPALLUTO L., PIERI P., SABATO L., TROPEANO M. (2010), *Nuovi dati stratigrafici e cartografici delle unità quaternarie del F° 438 "Bari" (Puglia – Italia meridionale)*. *Il Quaternario*, **23**(1), 3-14.
- TROPEANO M., SABATO L. (2000), *Response of Plio-Pleistocene mixed bioclastic-lithoclastic temperate-water carbonate systems to forced regressions: the Calcarenite di Gravina Formation, Puglia SE Italy*. In: Hunt D. & Gawthorpe R.L. (Eds) *Sedimentary Responses to Forced Regressions*, *Geological Society of London, Spec. Publ.*, **172**, 217-243.
- TROPEANO M., SABATO L., PIERI P. (2002), *Filling and cannibalization of a foredeep: the Bradanic Trough (Southern Italy)*. In: Jones S.J. and Frostick L.E. (Eds) *Sediment Flux to Basins: Causes, Controls and Consequences*. *Geological Society of London Spec. Publ.* **191**, 55-79.
- VALDUGA A. (1965), *Contributo alla conoscenza geologica delle Murge baresi*. Studi geologici e geomorfologici sulla regione pugliese, **1**, 1-14.
- ZEZZA F. (1971), *Significato geologico e caratteristiche sedimentologiche delle dune e dei depositi di spiaggia fossili fra Bari e Monopoli*. *Geol. Appl. e Idrogeol.*, **6**, 1-15.

# Compatibilità geologico ambientale delle grandi opere e infrastrutture

GIUSEPPE SPILOTRO  
spilotro@unibas.it

GIANFRANCO LEANDRO

Università degli Studi della Basilicata

15

## RIASSUNTO

L'ambiente è un sistema complesso e multivariato, con il quale non si convive, ma si interagisce. Nel lavoro che si presenta, alla luce anche di una veloce rievocazione delle trasformazioni legate alla crescita urbanistica negli ultimi tre secoli, saranno valutate le interazioni delle grandi opere infrastrutturali con le componenti terra ed acqua nell'area di Bari.

Per leggi termodinamiche, non possono esistere sistemi interagenti ad impatto nullo: ciò significa che possiamo discutere solo sull'intensità dell'impatto, che può risultare variabile tra il lieve e l'intenso contemporaneamente per ognuna delle diverse variabili in cui per nostra comodità viene suddiviso l'ambiente.

Si premetterà quindi un brevissimo cenno alle principali problematiche geologiche e geotecniche ampiamente studiate e sperimentate nell'area di Bari, caratterizzata dal rigido basamento carbonatico, con modeste coperture continentali e marine, sezionato da incisioni con modesti depositi alluvionali nelle lame, e con spessi colmamenti olocenici di torbe in prossimità della fascia costiera; il basamento richiama le varie forme e patologie carsiche e da grotte, da paracarsismo delle coperture calcarenitiche, da accumuli talora potenti di terre rosse.

Saranno poi analizzate le acque sotterranee della città e dell'hinterland e nel dettaglio valutate e quantificate le diverse componenti della sua variazione periodica ed aperiodica. Sarà valutata la tendenza evolutiva del livello di falda in relazione alle variazioni in corso del livello mare e mostrati e confrontati i trend misurati nell'ultimo millennio e negli ultimi decenni.

Si vedrà quindi una mappa delle low-lands di Bari città e le problematiche non future, che derivano da posizioni a stretto contatto con la falda di acqua sotterranea, ma non progettate tenendo conto delle sue variazioni e del suo sollevamento.

L'interazione di opere per scavi in sotterraneo in falda e delle tecniche per realizzarli sarà valutata analizzando con un caso studiato gli effetti sulla falda stessa.

L'ultima parte sarà dedicata alla conquista d'Oriente, cioè l'invasione del mare, ricostruita passo passo attraverso mappe storiche

a partire dal 1761 e un gran numero di foto, che testimoniano un momento di grande coesione e tenacità operativa, che realmente ha definito un punto di partenza per la storia e lo sviluppo della Bari moderna, sia pure con qualche difficoltà sia concettuale, che ambientale.

La complessità del sistema ambientale e la difficoltà di scelte prive di risvolti per lo meno discutibili sarà vista in relazione a progetti recenti sviluppati in altre aree geografiche. Da cui partire con l'incoraggiamento a una progettualità di largo respiro, analoga a quella di altri scenari in altre aree metropolitane, che necessita di consapevolezza, una molteplicità di culture specifiche, verifica di sostenibilità e probabilmente di attività compensative.

## 1. INTRODUZIONE

Le cronache provenienti dalle società più evolute, alle quali forse ancora per poco, potremmo considerarci appartenenti, riferiscono quotidianamente di conflitti di vario genere che accompagnano la realizzazione delle grandi opere, ovvero di quelle che, senza mezzi termini, possiamo definire "impattanti". I meno cruenti sono normalmente quelli che vedono da una parte i fautori delle opere, generalmente enti pubblici o assimilabili, e dall'altra i legittimi lesi e comunità a carattere ambientalista. In effetti la probabilità che una qualunque opera, senza trascurare le piccole, non si sovrapponga a un terreno calpestato o utilizzato con tracce talvolta importanti da qualcuno nel passato è molto elevata in qualunque località toccata dalla storia o sui percorsi della storia; avvicinandoci ai centri urbani, diventano di importanza non inferiore le interferenze con il tessuto occupato dagli abitanti o dai loro progetti. In entrambe le situazioni configurate, il rapporto con l'ambiente è stato definito, bene o male, in tempi precedenti; se non si rientra in tali casi precedenti, l'interferenza è tutta da definire nel presente.

Nelle brevi righe di un'introduzione, è difficile condurre un ragionamento compiuto e ampiamente soddisfacente o condivisibile sulla valutazione dell'impatto delle opere sull'ambiente, sulla ineluttabilità e sostenibilità di tale impatto, sulla possibilità di compensazioni in grado di rendere neutro su scala più ampia un impatto non neutro a sca-

la locale. Credo utile ribadire alcuni concetti generali: non esiste alcun tipo di opera, indipendentemente dalle sue dimensioni, che non interferisca sull'ambiente; la natura dell'interferenza è intrinsecamente multisettoriale (cioè afferente a saperi anche molto diversi e non necessariamente dialoganti); le conseguenze dell'interferenza, positive o negative, possono determinarsi anche in luoghi distanti centinaia di km dal luogo ove esse si determinano ed in tempi fortemente ritardati rispetto al momento della generazione; situazioni simili non necessariamente producono effetti simili e la somma di due o più azioni simili non produce per nulla due o più effetti singoli. Queste enunciazioni esprimono l'estrema complessità della materia ambientale e un sostanziale scetticismo circa la possibilità di razionalizzare in anticipo la definizione e misura dell'interferenza ambientale. In un ambito più generale, ricordiamo le persistenze nel tempo e nello spazio dei grandi inquinamenti accidentali, non certo provenienti da situazioni precedentemente valutate prive di pericolo e di rischio, quali Chernobyl, Seveso, BP nel mar dei Caraibi ecc.; più vicini a noi, le dighe della Basilicata che ci danno da bere, ma con la distruzione della costa sabbiosa del metapontino; la distruzione del paesaggio dei muri a secco e lo sconvolgimento dell'idrologia murgiana, i grandi insediamenti industriali del passato, ormai inglobati nei nuovi confini urbani, con il loro carico di problemi e di veleni.

Questi richiami vogliono essere di attenzione e non certo di pessimismo e di paura rispetto alle azioni possibili. Non crediamo che la Tour Eiffel abbia alla fine danneggiato Parigi; il problema di oggi è sicuramente quello di avere poche metropolitane e poche ferrovie e la tecnologia nel frattempo ci permette di scavare un tunnel ferroviario senza prosciugare tutte le falde idriche sovrastanti. La soluzione ai problemi infrastrutturali posti da una società in inurbamento sempre crescente per logiche che sfuggono alle pianificazioni, non è dunque non fare le ferrovie e i tunnel, ma farli rendendo minimi e possibilmente transitori gli impatti, affidandone la progettazione e l'esecuzione a chi, per i singoli aspetti, sa progettare e realizzare. E questo è tuttora un problema molto serio, anche qui da noi.

## 2. PROBLEMATICHE GEOLOGICHE E GEOTECNICHE

Le problematiche geologiche e geotecniche pertinenti alla realizzazione di opere e infrastrutture nel territorio di Bari sono sufficientemente note e riconducibili, con esclusione di quelle idrogeologiche, di cui si parlerà più avanti, ad un semplice schema geologico-stratigrafico (Fig. 1): il potente basamento di calcari mesozoici, su cui poggiano lembi discontinui o anastomizzati di coperture quaternarie marine, continentali o deltizie.

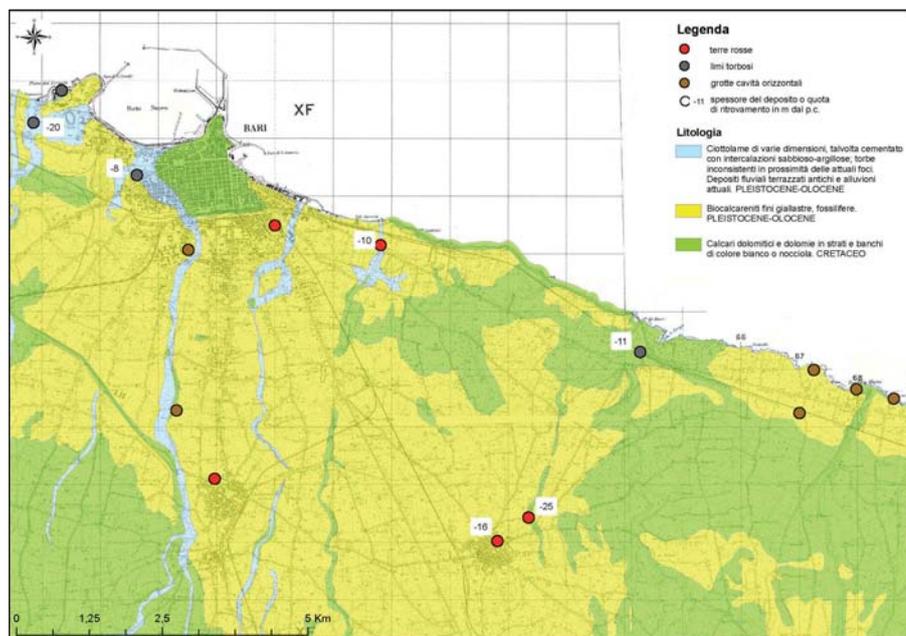


Figura 1 – Carta geolitologica dell'area di Bari. Sono riportati alcuni rinvenimenti significativi di limi torbosi inconsistenti con relativo spessore del deposito dal p.c.; di terre rosse e relativo spessore ed infine di cavità riconducibili a carsismo o paracarsismo.

Le problematiche afferenti alle rocce carbonatiche sono quelle derivanti dalla presenza di discontinuità, stratificazioni e fratture, che orientano tra l'altro la permeabilità (Spilotro *et al.*, 2009) e lo sviluppo del carsismo. Le patologie carsiche, ovvero le tipiche micro e macroforme di superficie e profonde, costituiscono gli elementi di pericolosità per sinkholes, crolli e subsidenze delle rocce carbonatiche della Murgia e del territorio barese. Ciò non ostante, sono sostanzialmente rare le segnalazioni di instabilità associate a processi carsici nell'area, mentre sono frequenti gli adeguamenti in corso d'opera di fondazioni a situazioni che evidenziano condizioni di rischio. Decisi progressi sono riscontrabili negli studi di localizzazione altimetrica e planimetrica delle zone a suscettibilità carsica, in particolare correlando nella nostra regione i livelli altimetrici del carsismo con le quote di stazionamento del mare (Canora *et al.*, 2010).

Rilevante nelle problematiche dei versanti naturali o in scavo in rocce calcaree è la determinazione delle condizioni di stabilità, definita principalmente dai caratteri strutturali, cioè dall'insieme delle famiglie di discontinuità presenti. Lo studio di numerosi

fronti di cava, anche datati, rivela l'assenza di meccanismi di instabilità di grandi dimensioni, innescabili solo da specifici cinematismi, preceduti da precursori e facilmente ed economicamente risolvibili.

Altra problematica degli scavi in area urbana per opere infrastrutturali, prevalente su quella della stabilità, è quella di assicurare condizioni di spostamento alla superficie sostanzialmente nulle, per la preesistenza di edifici abitati o frequentati (uffici, scuole ecc.). In questo caso è essenziale la corretta

determinazione dei moduli di deformabilità della roccia (che abbiamo già qualificato come fortemente anisotropa) (Spilotro, 1983) e un adeguato monitoraggio in corso d'opera.

Per quanto riguarda le terre rosse, le problematiche specifiche derivano dalla loro certa associazione a problematiche di tipo carsico, e dalle numerose tipologie del deposito, cui corrispondono assortimenti granulometrici e condizioni di consolidamento molto variabili (Grassi *et al.*, 1975). In linea di massima, a meno dei depositi di decantazione recente sotterranei, si tratta di terreni che possono avere livelli elevati di consolidazione e non richiedono quindi necessità di bonifiche o di fondazioni speciali, salvo che le fondazioni non interessino contemporaneamente anche l'ammasso calcareo, che è uno o due ordini di grandezza più rigido.

Il secondo ambiente, per diffusione, è quello delle rocce calcarenitiche. A fronte della più giovane età, il loro prevalente ruolo di roccia di copertura comporta variazioni di granulometria, tessitura e cementazione sensibili da punto a punto ed anche sulla stessa verticale (Calò *et al.*, 1985). Sono noti i fenomeni di paracarsismo (Greco e Spilotro, 1982); la differente cementazione può determinare pericolose concentrazioni di tensioni nel sottosuolo, con possibilità di punzonamenti. Inoltre, le proprietà tecniche di questa roccia possono variare in meglio o in peggio nel tempo, in funzione della persistenza di specifiche condizioni ambientali al contorno. In definitiva, mentre sotto l'aspetto delle ca-



Figura 2 – Stralcio da antica cartografia di Bari del 1830 dell'area di foce della lama S. Giorgio. All'epoca era presente un'ampia palude. Il viadotto della ferrovia attraverserà più tardi (circa 1870) il profondo deposito di torbe con una palificata in legno.

ratteristiche di resistenza e di deformabilità le rocce carbonatiche sono da considerare preliminarmente buone, la loro disomogeneità e anisotropia pone problemi di diagnostica preventiva alquanto seri.

In ambito costiero, il riempimento delle foci e dei tratti terminali delle lame è stato rinvenuto essere costituito da torbe e sabbie limose ad elevato contenuto organico, riconducibili all'ultimo periodo della risalita post-glaciale. Lo spessore di questi terreni inconsistenti può raggiungere i 20 m. Il viadotto della ferrovia Bari-Lecce sulla lama S. Giorgio (Fig. 2) in occasione del suo raddoppio è stato verificato essere fondato su pali di legno, in ottimo stato di conservazione malgrado i quasi 140 anni di età.



Figura 3 – Pavimento di una cava di tufo in località S. Vito a N di Polignano sotto l'attuale livello del mare. Si stima una risalita del mare di 30 cm in circa 140 anni (Spilotro et al., 1991).

I colmamenti alluvionali delle lame, quando non degeneranti in depositi organici in prossimità delle foci, hanno spessori modesti e non determinano normalmente problemi.

### 3. LE ACQUE SOTTERRANEE E GLI EFFETTI DELLE VARIAZIONI DEL LIVELLO MARE

#### 3.1. IDROGEOLOGIA DELLA CITTÀ DI BARI

Il sistema idrogeologico afferente alla città di Bari è parte del più ampio sistema idrogeologico carsico e costiero della Murgia, abbastanza ben studiato sotto l'aspetto idrodinamico e idrogeochimico (Barbieri et al., 1999; Fidelibus e Tulipano, 1995 e 1996). La possente struttura carbonatica fratturata e carsificata ospita la falda di alimentazione murgiana, contenuta da un lato dal potente colmamento bradanico e sul lato opposto e inferiormente dal mare e dall'acqua di intrusione marina. Importanti processi chimici e fisici si determinano tra le rocce ospitanti e l'acquifero principalmente in prossimità della sua superficie libera e nella fascia di transizione tra l'acqua dolce e l'acqua salata. Ci si riferisce più in particolare ai fenomeni bidirezionali di precipitazione e dissoluzione della calcite lungo le discontinuità dell'ammasso calcareo e calcarenitico, alle fenomenologie carsiche, che in questo caso assumono svi-

luppo prevalentemente orizzontale con tracce ben conservate nel continente e sulla costa (Canora et al., 2010); la formazione di rocce costiere, processi di dolomitizzazione ecc. Oggi sappiamo anche quanto sia virtuale il concetto di "livello mare", data la sua instabilità nel lungo, breve e brevissimo termine e addirittura nello stesso momento da luogo a luogo. L'equilibrio tra le acque sotterranee e la condizione di contorno del carico idraulico, che per un'acquifero costiero qual è quello murgiano, è il mare, porta di conseguenza a prendere atto che per ogni significativo stazionamento o spostamento del livello mare si modifica anche l'idrogeologia regionale e quella locale. Non si tratta per le città costiere di una finezza accademica, ma di una proble-

matica reale e non marginale, come si vedrà nel caso di Bari.

Misure basate su diverse osservazioni storiche e mareografiche assegnano al livello mare nell'area di Bari nel periodo tra gli ultimi mille anni ed oggi una velocità di risalita media dell'ordine di 1.5 mm/y (Figg. 3 e 4). Tale velocità si può quindi assegnare integralmente anche al sovrizzo medio della falda in ambito costiero e nello specifico, nell'area urbana di Bari.

Una ricostruzione recente della superficie piezometrica nel territorio cittadino è riportata in Fig. 5; la superficie degraderebbe verso mare con isopieziche abbastanza parallele alla linea di costa, ma forma una pronunciata depressione, tipica da sovrassfruttamento, proprio in corrispondenza della città. In ambi-

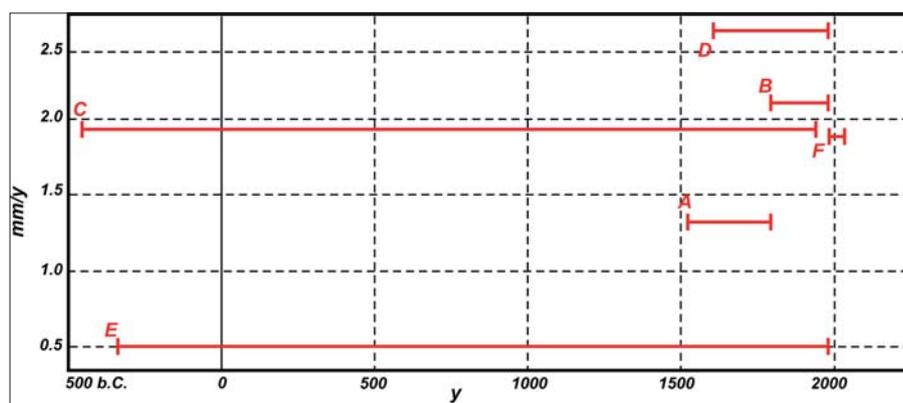


Figura 4 – Stime della velocità di risalita olocenica del mare in diversi punti della Puglia e relative a diversi intervalli di tempo (da Spilotro e Leandro, 2008).

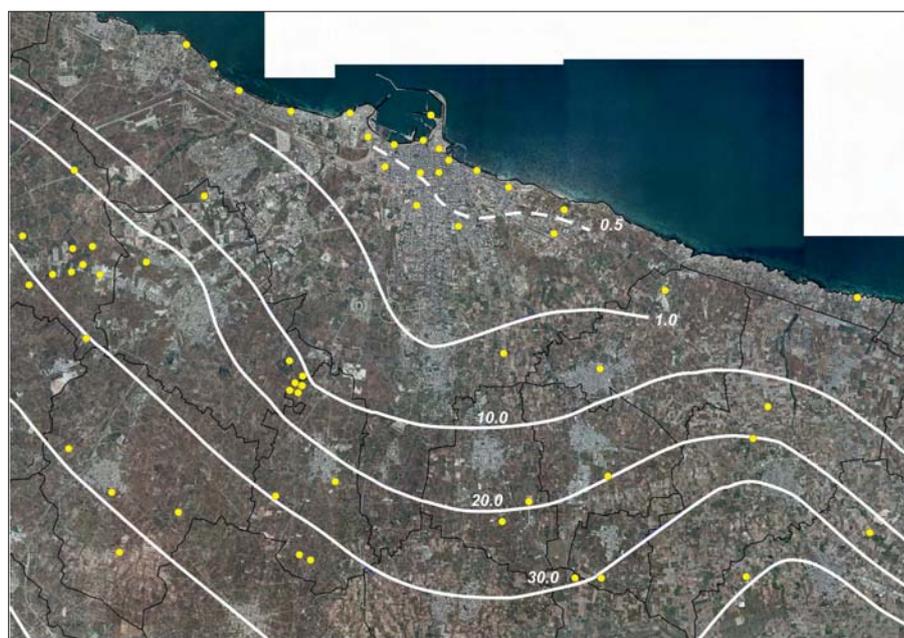


Figura 5 – Andamento della superficie piezometrica della falda nell'area di Bari attraverso misure puntuali. È ben evidente la notevole depressione per sovrassfruttamento in corrispondenza della parte più urbanizzata dell'area (da Spilotro e Leandro 2008, mod.).

to cittadino si operano prelievi ad uso irriguo o per i grandi impianti di condizionamento, ma non giustificano l'ampia depressione. Ci sono dunque altre cause.

Oltre al sollevamento del livello mare, il monitoraggio in continuo della falda permette di verificare altri due elementi importanti: la falda costiera segue da vicino i movimenti del mare, in particolare le oscillazioni di marea, con variazione di ampiezza e di fase che dipendono dalla distanza dalla linea di costa (nella direzione anisotropa di massima permeabilità) e da altri parametri idrodinamici. È possibile leggere la modulazione tidale fino ad alcune decine di km dalla costa. Inoltre, la falda risente di tutte le condizioni di perturbazione sia proprie, che del livello al contorno (il mare). Modifica il suo livello stagionalmente per l'alimentazione invernale nelle aree interne di ricarica, e a seguito di eventi piovosi

*quando si verifica l'alta marea vi sono delle infiltrazioni di acqua che potranno essere rimosse con accorgimenti tecnici idonei, da adattarsi a cura e spese di essi signori XY, senza che essi possano pretendere alcunché dalla parte venditrice per spese o danni eventuali...*

Come si deduce dal documento notarile scritto in epoca non sospetta, andare con i vani interrati sotto falda in specifiche condizioni climatiche era circostanza nota, obbligata dalla modesta distanza tra la superficie topografica e la falda stessa, inferiore all'altezza necessaria a un buon locale interrato dotato di franco adeguato. Il fatto è che locali in tale situazione, anche di recente costruzione, come da ripetute esperienze, secondo nostre stime sono dell'ordine delle centinaia. La risposta al problema è l'emungimento con pompe, che, in periodo invernale,

è sostanzialmente continuo, con sversamento nelle condotte di fogna bianca o nera, e con la diffusa convinzione che per questo tipo di emungimento della falda non sia da richiedere alcuna autorizzazione.

La concausa principale della depressione della falda di Bari risiede dunque nel gigantesco emungimento per mantenere asciutti i locali interrati. In questo contesto, così ampiamente generalizzato, qualcuno ha tentato di assegnare la colpa degli allagamenti all'incompleto interrimento dell'ansa portuale di Marisabella, mentre è stato ampiamente dimostrato che tale riempimento non avrebbe mai potuto avere l'effetto ascrittolo.

Nella Fig. 7 è riportata la pianta della città di Bari, nella quale sono state segnate le zone depresse per fasce altimetriche, così come derivanti da un rilievo AF del 2006. È abbastanza evidente sulla base della carta che il problema segnalato, già oggi molto grave, sia destinato ad interessare aree sempre più ampie nel prossimo futuro.

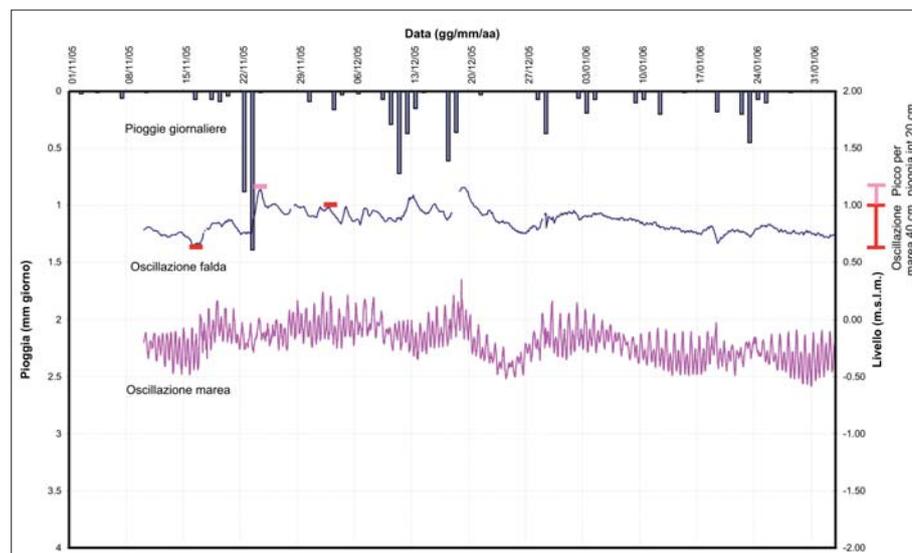


Figura 6 – Monitoraggio piezometrico della falda di Bari (misurato in largo 2 Giugno) plottato con l'andamento della marea, con le registrazioni pluviometriche.

intensi sulla fascia costiera; risente ancora delle variazioni barometriche e delle condizioni dei venti sul mare Adriatico. La conseguenza è che l'escursione massima media annuale della falda nell'area della città misurata a circa 2 km dalla costa è di circa 60 cm (Fig. 6) e può crescere ulteriormente della componente tidale in prossimità della costa.

Per tutto quanto detto sinora, un edificio costruito nella parte "moderna della città" 150 anni fa con locali interrati costruiti a pelo della massima falda di allora può trovarsi abbastanza spesso sotto 20 cm di acqua di falda, 10 cm se l'edificio ha soli 75 anni ed ancora più frequentemente e sotto battenti d'acqua maggiori se ovviamente il massimo di escursione della falda sia stato stimato male.

Da un atto notarile del 1967 di vendita di un immobile a 0.8 km dal mare, con annesso scantinato: "...i germani XY si dichiarano edotti che nel pavimento del locale scantinato

### 3.2. INTERFERENZE CON LA FALDA DI OPERE IN SOTTERRANEO.

Un'espansione volumetrica nell'ambito della parte storica della città è impossibile in senso orizzontale, data la densità del costruito, che non lascia spazio se non alle strade e a marciapiedi, che in passato furono più volte rifilati. In casi specifici, caveaux di banche e parcheggi, gli spazi sono stati ricavati in verticale ed in particolare, sotto il livello strada. È facile verificare che con un piano di superficie inferiore a 5 m sul lm, l'interferenza con lo spazio occupato dalle acque sotterranee è possibile già con il primo livello di vani interrati.

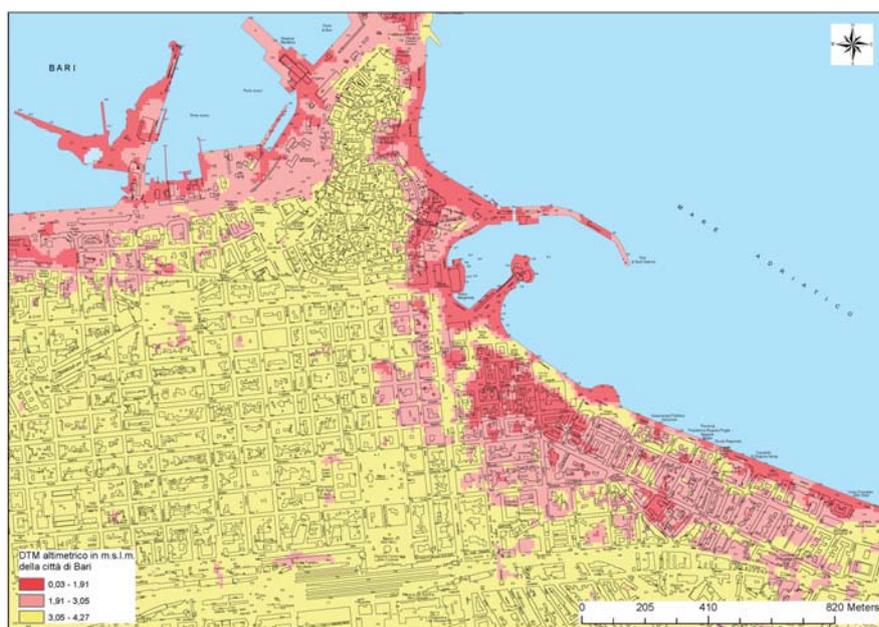


Figura 7 – Le low-lands di Bari dal rilievo AF del 2006 in tre classi di intervalli di elevazione. È necessario tenere presente che buona parte del costruito è dotato di locali parzialmente o totalmente interrati, con destinazioni di uso effettive tra le più svariate, oltre quelle ufficiali di autorimesse.

L'interferenza, nel caso di costruzione decisamente sotto falda ha due ordini di dimensione. Il primo è più ridotto ed è quello relativo al volume dell'opera inserito nell'acquifero; il secondo, di dimensioni notevolmente più estese e di difficile controllo, è quello dei volumi di acquifero interessati dagli interventi di impermeabilizzazione nel sottosuolo, per consentire gli scavi dell'opera da realizzare.

In entrambi i casi l'acquifero modifica, in senso totale nel volume occupato dai manufatti, in termini sfumati da un'intensità massima al perimetro delle opere fino a valori coincidenti con i preesistenti ad una certa distanza, i caratteri di permeabilità e di capacità di immagazzinamento.

L'effetto combinato è che la falda idrica, che è in movimento verso il mare, trova resistenza sul percorso abituale e per banali ragioni di continuità di flusso, è costretta a innalzarsi a monte dell'ostacolo e abbassarsi

to. Chi si trova nei paraggi di un intervento sull'acquifero può accusare le conseguenze di tali lavori, in termini di incremento della frequenza di allagamenti nei vani interrati.

In tempi recenti è stato realizzato un intervento di scavo sotto falda con impermeabilizzazione nel centro di Bari, a breve distanza dal mare. In un edificio pubblico fronteggiante l'area di cantiere erano stati disposti piezometri per il controllo della falda. Nelle Figg. 9a e 9b sono sintetizzati alcuni aspetti importanti di tale controllo piezometrico. In particolare, nella Fig. 9a è riportato un diagramma continuo delle variazioni di livello piezometrico prima dell'esecuzione dei lavori, plottato insieme all'andamento della marea. Il rapporto tra l'escursione semidiurna della falda e della marea è nota come efficienza tidale TE e varia con la distanza dalla costa, con la permeabilità dell'acquifero e con la sua storatività. Nella successiva Fig. 9b è riportato il diagramma

lizzazione preliminare, che però nel sottosuolo carbonatico e carsico della città di Bari si è abbondantemente esteso all'esterno dell'area di cantiere. Il che potrebbe non essere condiviso dai vicini, che in relazione a specifici utilizzi, quali ad esempio scambiatori per pompe di calore, vedrebbero ridotte le capacità del sottosuolo di pertinenza.

### 3.3. EMUNGIMENTI DALLA FALDA PER USI IMPIANTISTICI DELLA STESSA.

I grandi impianti di condizionamento spesso hanno cercato nella falda sotterranea il mezzo a capacità termica infinita ed a temperatura inferiore, cioè il mezzo di raffreddamento per gli scambiatori di calore. Per impianti rilevanti di edifici pubblici, le portate necessarie sono di diverse decine di l/s con salto termico di 3-4 °C. Il contesto in cui tali opere lavorano è stato già descritto, con la variante che questi impianti normalmente restituiscono le portate emunte in pozzi limitrofi a quelli di prelievo. I problemi ambientali sono dunque limitati al salto termico, alla forte turbolenza nel prelievo e nella restituzione in falda e nell'alterazione del regime idrodinamico locale, cioè nel raggio di qualche decina di m. Il tutto, nel noto sistema ad acqua dolce su acqua salata, il cui equilibrio è appeso ai valori del carico locali.

L'interferenza ambientale è notevole, ma per singole applicazioni può essere controllato da pozzi emungenti decisamente nella parte salata, a notevole profondità, meglio se predisposti per inversione stagionale tra pozzi di prelievo e pozzi di immissione. Il problema vero è di sostenibilità. Anche in questo caso, le perturbazioni idrodinamiche eccedono le aree di pertinenza, onde un secondo impianto nelle vicinanze del primo autorizzato difficilmente permetterebbe la conservazione di parametri ambientali accettabili.

Nei casi di opere o impianti in qualunque caso interferenti con la falda, sembra corretto chiedere che le autorizzazioni siano

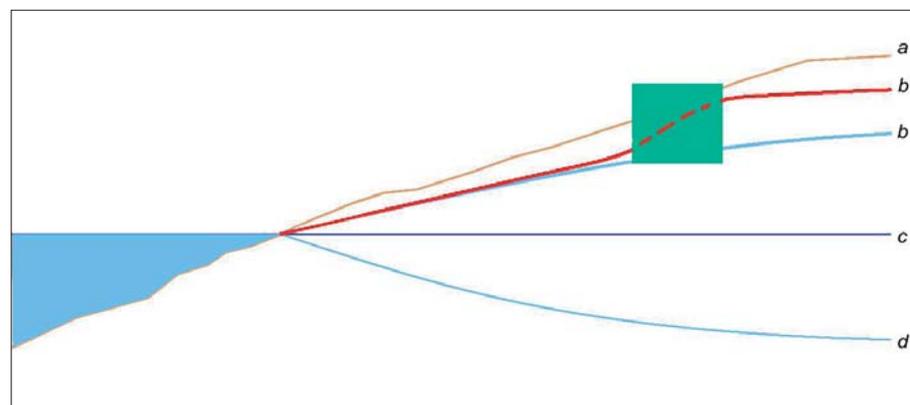


Figura 8 – Simulazione della risposta della falda carsica all'intromissione di un corpo impermeabile al suo interno. Rappresentazione 2D qualitativa su un piano verticale mediano: andamento indisturbato: curva b); rigurgito a monte e depressione a valle della superficie piezometrica necessari a mantenere la condizione di costanza di flusso: b').

a valle (Fig. 8) e deviare anche planimetricamente intorno all'ostacolo.

Tutti i problemi di interferenza con la falda in ambito urbano a Bari diventano seri non nell'ordinarietà, ma quando si cumulano, come nel documento del notaio citato precedentemente, maree, pioggia, pressione e ven-

dei valori medi dell'efficienza tidale in alcuni dei piezometri utilizzati, rispettivamente prima e dopo i lavori di impermeabilizzazione. I diagrammi mostrano una sensibile riduzione del valore di efficienza tidale dopo l'esecuzione dei lavori. Il che significa che lo scavo è stato realizzato con una efficace impermeabi-

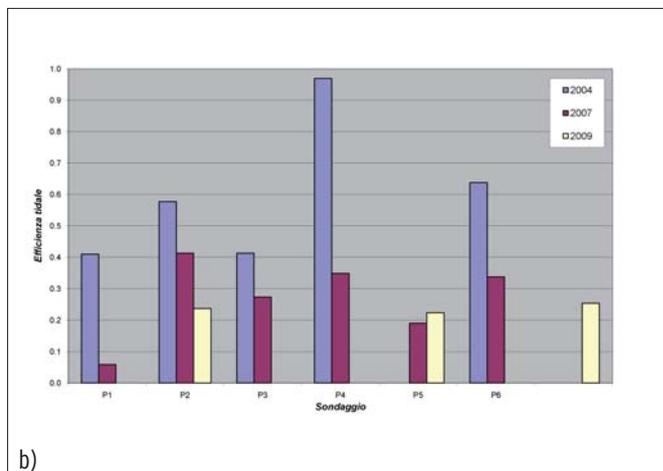
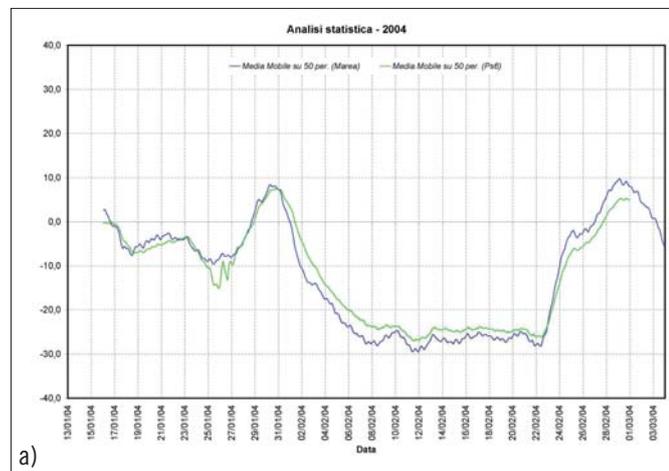


Figura 9 – Variazioni di comportamento della falda idrica in corrispondenza di un sito nel centro di Bari, vicino alla linea di riva, sottoposto a intense iniezioni di impermeabilizzazione per scavi sotto falda. a) monitoraggio piezometrico della falda confrontata con la marea prima dell'esecuzione dei lavori; b) valori dell'efficienza tidale Te rilevati in alcuni sondaggi prima dell'esecuzione dei lavori di impermeabilizzazione (2004) e dopo (2007 e 2009).

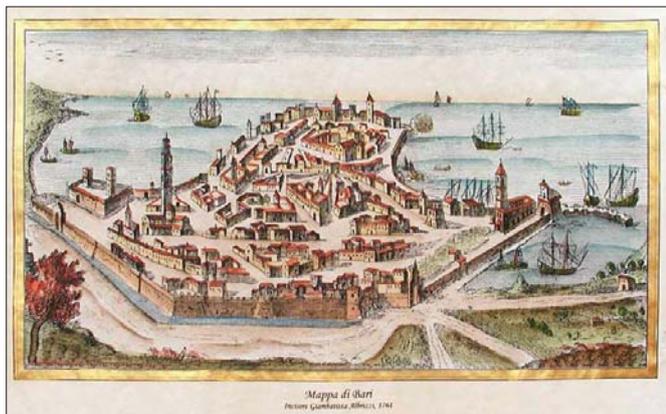


Figura 10 – Mappa di Bari del 1761. La città appariva chiusa sul mare da una cinta di mura. Al di qua delle mura, grosso modo in corrispondenza degli attuali corso Vittorio Emanuele e piazza Massari, non esiste traccia di costruito. All'epoca, il castello svevo protendeva sul lato N sul mare ed esisteva già, a chiusura dell'antico porto, una scogliera sul tracciato dell'attuale molo S. Antonio.



Figura 11 – Mappa di Bari del 1830. Lo schema è congruente con la stampa della figura precedente. La città si prepara all'evoluzione urbanistica murattiana e la cinta muraria si trasfigura da linea difensiva a perimetro di un centro. Una radiale di strade infatti converge sulla città vecchia. Il porto antico è sostanzialmente delineato. Una finezza, che poi sarà difficile rivedere: via Napoli attraversa in ambito urbano il torrente Picone su un ponticello.

subordinate alla realizzazione di un monitoraggio continuo all'esterno dell'area e prima dell'esecuzione delle opere stesse, accessibili alle possibili parti danneggiate per qualche anno dopo l'esecuzione dei lavori.

#### 4. LO SVILUPPO NELL'AREA DI ENTROTERRA

Non c'è molto da dire sull'espansione urbana di Bari nel suo entroterra, che avviene con regolarità a partire dall'antico nucleo (Figg. 10 e 11) lungo le radiali e per fasce semicircolari e concentriche, fino allo stato attuale, ben visibile da Google Earth (Fig. 12) o dal bordo delle scarpate dei terrazzi marini arrivando dalle statali SS 96 e SS 100 o da altri punti.

Tale sviluppo riguarda sia gli insediamenti abitativi, che le aree industriali e commerciali, con loro replica, purtroppo non coordinata, anche nei comuni vicini.

Questa espansione, fino ad un certo periodo forse spontanea, è sicuramente stata poco coordinata e gli organi di controllo della

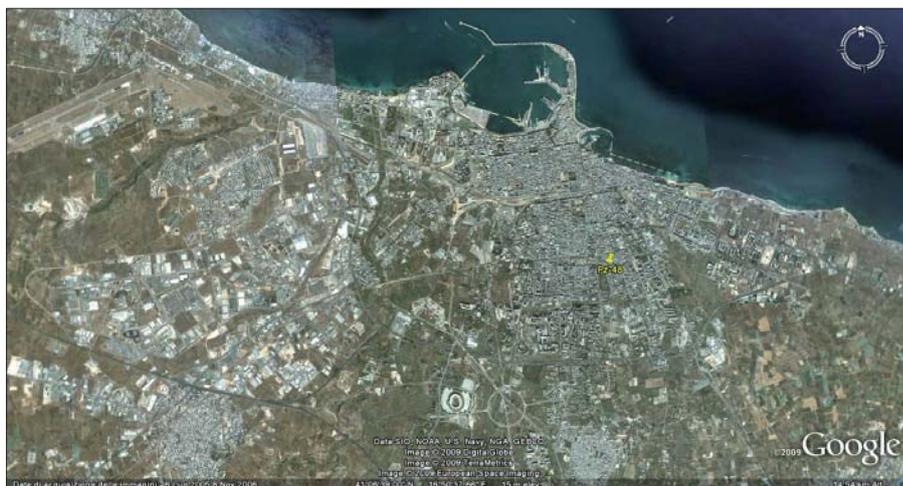


Figura 12 – Immagine satellitare (Google Earth, 2009) di Bari e del suo ormai ampio hinterland. La pressione del costruito cancella importanti fasce di rispetto, quali quella del torrente Picone e di altre lame e delle ben nette balconate offerte dalla sommità delle scarpate dei terrazzi marini più bassi; le nuove superfici occupate sono prevalentemente impermeabili e costituiscono una percentuale elevata della superficie mostrata.

pianificazione combattono oggi con aree usabili secondo vecchie pianificazioni ricadenti in ambiti di pericolosità idraulica (i tracciati delle antiche lame e le relative fasce di rispet-

to). Il risultato tangibile è stato l'obliterazione dei caratteri geomorfologici (nella pianta di Bari del 1830, Fig. 11, si può osservare come l'intersezione di via Napoli con la lama Picone all'epoca era realizzata mediante un ponticello), e la banalizzazione all'interno del costruito di altre aree di interesse geomorfologico, quali i bordi dei terrazzi marini. Un altro aspetto rilevante della crescita a cerchi concentrici è la compromissione del sistema idraulico urbano. La crescita significa infatti soprattutto incremento delle superfici impermeabili (Fig. 13) con variazioni sensibili sotto l'aspetto idrologico, che creano problemi seri alle condotte a valle, spesso costrette a funzionare a pressione in corrispondenza degli eventi piovosi più violenti.

#### 5. L'OCCUPAZIONE DEL MARE

La baricentricità richiede equidistanza dalle masse, che non è possibile conservare in una città costiera, che ha possibilità di sviluppo esclusivamente nell'entroterra. Per cui si può considerare addirittura armonico il cercare sbocchi nell'occupazione del mare. La prima documentata occupazione del mare



Figura 13 – Quattro esempi di nuovi insediamenti commerciali in aree originariamente agricole, con implicazioni anche su altri aspetti ambientali, quali, ad esempio le variazioni dell'idrologia di superficie e profonda conseguente all'impermeabilizzazione di ampie superfici. a) Casamassima, 115 ha; b) Bari Blu, 12 ha; c) Carrefour 2, 9 ha; d) Ikea, 12 ha.



Figura 14 – Navi alla fonda sullo sfondo di piazza Massari in un'antica illustrazione.



Figura 16 – La realizzazione della grande infrastruttura portuale richiese un altrettanto grande impegno organizzativo del cantiere. Le cave da cui furono prelevate le enormi quantità di roccia erano situate a Palese e fu adattata l'esistente ferrovia per il trasporto su rotaia del materiale cavato. L'ampia area di cava a Palese. (da Trizio P., 2003).



Figura 17 – Vista aerea del 1932 dell'opera ormai completata. (da Trizio P., 2003).

dovrebbe essere avvenuta con la costruzione di parte del castello Normanno, esterno alla cinta cittadina. Sicuramente in mare è stato il successivo ampliamento del castello in epoca sveva sul lato Nord. Sul lato Sud, invece, la costruzione del fossato obbligò la città a svilupparsi ad una nuova quota, più alta, seppellendo definitivamente parte della città bizantina (Depalo e Radina, 2008). In tempi decisamente più moderni, un piano regolatore del 1913 (Semerari *et al.*, 2007) prevedeva l'interrimento della fascia antistante il lungomare Diaz (all'epoca non ancora costruito) a partire dalla penisola del Barion fino all'attuale spiaggia di Pane e Pomodoro. Non si sarebbe trattato della prima *land reclamation*



Figura 18 – Come si presentava prima dei lavori del 1930 la banchina ai piedi della Muraglia in corrispondenza del Fortino di S. Antonio.



Figura 19 – Con la costruzione del nuovo grande porto, fu ridisegnata anche la viabilità di accesso e sull'intero fronte mare. Una nuova ampia strada fu realizzata su aree per buona parte sottratte al mare al contorno della città vecchia, tra il Teatro Margherita, passando davanti al Fortino di S. Antonio, fino a Santa Scolastica, dove fu necessario tagliare la radice del molo borbonico; il lungomare De Tullio appena aperto. (da Trizio P., 2003).

dal mare, dato che lo stesso lungomare Diaz fu sottratto un pezzo alla volta al mare, rettificando tra l'altro un profilo che certamente non era rettilineo.

La prima consistente conquista ad oriente si può tuttavia considerare la costruzione del grande porto di Bari. Prima della sua costruzione, esisteva il porto vecchio, chiuso tra la penisola del Barion ed un oggetto poco più di un grosso pennello, lungo il tracciato

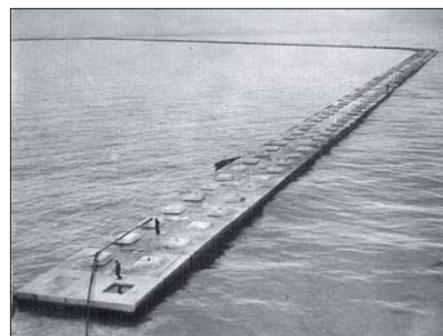


Figura 15 – La costruzione del nuovo grande porto di Bari tra la penisola della città vecchia e quella di S. Cataldo, iniziata il 15 febbraio 1925. La progettazione dell'opera si protrasse a partire dal 1888. Essa inglobò alcune opere realizzate sotto i Borboni, quali l'antico molo foraneo, il molo S. Vito. 1929: il basamento del lungo molo foraneo è ormai completato. Sono visibili tecniche costruttive particolarmente interessanti. (da Trizio P., 2003).

dell'attuale molo S. Antonio; ad ovest esisteva il molo Borbonico, iniziato nel 1855 e radicato all'altezza di Santa Scolastica, che offriva protezione molto parziale alle navi alla fonda (Fig. 14). Anche per il porto nuovo (Trizio, 2003; Figg. 15, 16 e 17) il percorso progettuale fu molto lungo, dato che le prime bozze del progetto giravano già dal 1870. Quando fu costruito, tra il 1925 ed il 1933 tra la punta di Santa Scolastica e la penisola di San Cataldo, ove già da tempo c'era il faro, il tratto di costa sotteso era sostanzialmente privo di insediamenti e quindi la città mante-

neva intatte le possibilità di espansione verso Sud e verso Est.

L'opera di maggiore rilevanza per la logistica urbana è comunque costituita dai lungomare, oggi con 6 nomi diversi, che bordano la città dalla penisola di San Cataldo fino a Pane e Pomodoro; in più punti integralmente su aree sottratte al mare, come nel tratto al piede della Muraglia (Figg. 18 e 19). Queste opere hanno disegnato, con gli edifici pubblici



Figura 20 – Il mare Adriatico dell'inverno del 1934 (ed anche in occasioni successive) non si dichiara d'accordo con le opere appena realizzate e le danneggia gravemente in più punti. (da Trizio P., 2003).

che ne hanno completato il fronte mare, la fisionomia della Bari moderna.

Le cronache non raccontano di disturbi alla circolazione verso mare della falda idrica o di altri problemi di tipo paesaggistico

ambientale derivanti dalla realizzazione di tali opere. In realtà il rapporto dei lungomare con il mare, ove diretto, non si può definire tranquillo e più volte, già subito dopo la costruzione (Fig. 20) l'Adriatico in tempesta ne danneggiò gravemente le balaustre; nel tratto del lungomare De Tullio, ove le balaustre erano continue, in occasione di un'alluvione fu invece necessario farle saltare con la dinamite per consentire alle acque di defluire verso mare.

Niente altro che normale dialettica tra la natura e le azioni dell'uomo, che alla fine rispose con le scogliere di protezione, oggi abbellite dagli alti spruzzi delle fontane.

Il porto nuovo ha certamente condizionato lo sviluppo a Nord Ovest della città, che è arrivata ad oggi con un diradamento edilizio tra il

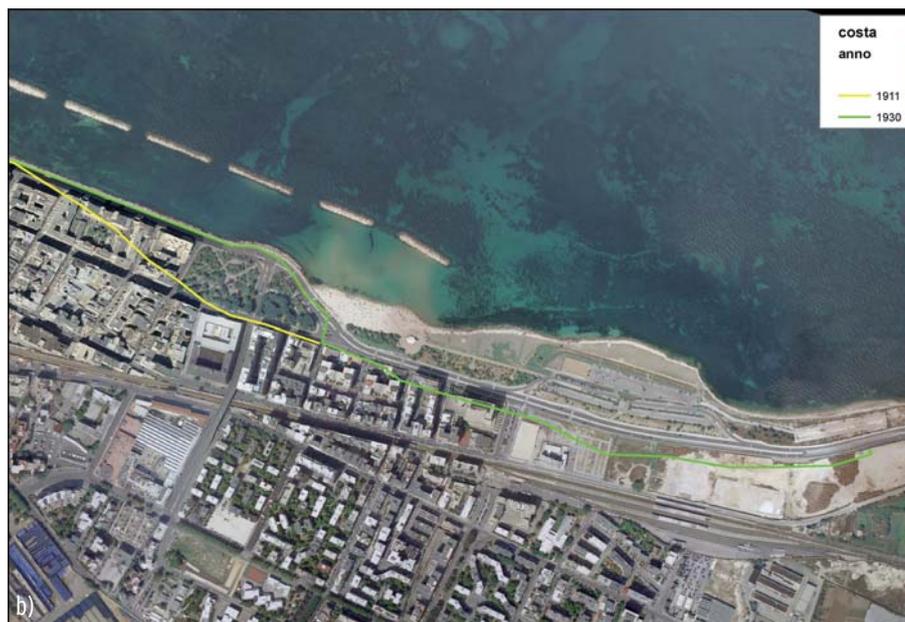


Figura 21 – L'espansione di Bari sul mare tra il 1830 ed oggi. Le più evidenti aree sottratte al mare sono: a) quelle davanti all'ingresso monumentale della Fiera del Levante, le numerose in ambito portuale e quelle in corrispondenza dell'ex lido Marzulli; b) evoluzione della linea di riva in corrispondenza del vecchio lido Marzulli tra l'inizio del secolo scorso (1911) ed oggi. Come è oggi noto, la land reclamation fu conseguita anche con lo sversamento dei residui delle lavorazioni Fibronit con elevata presenza di amianto.



Figura 22 – La ormai celebre cortina di edifici realizzata su punta Perotti e poi demolita nel 2008 (a); il prato realizzato sull'area, irrigato con acqua potabilizzata (b). (dal sito web di La Repubblica).

nuovo quartiere Libertà e la Fiera del Levante. Malgrado l'ampia disponibilità di spazi a terra, ampie sono state le aree sottratte al mare in corrispondenza dell'ingresso monumentale della Fiera del Levante e del lungomare Nazario Sauro, del Porto nuovo (Fig. 21a) e negli anni '50 in corrispondenza dell'ex lido Marzulli (Fig. 21b).

Vale la pena anche notare che i colori caraibici della spiaggia di Pane e Pomodoro quando spira lo scirocchetto sono il risultato della lunga elaborazione del mare sui riporti sversati per anni nella zona.

Gli ultimi atti della vecchia pianificazione di recupero di terra al mare in ambito portuale sono costituiti dal colmamento dell'ansa di Marisabella, rimasto a metà per il fallimento dell'impresa costruttrice, ed al quale si attribuiscono nefasti effetti sull'ambiente cittadino.

Si può far rientrare in questo paragrafo anche l'occupazione del fronte mare di punta Perotti (Fig. 22), con la sua demolizione e sostituzione con un prato che al presente viene irrigato con acqua potabilizzata (il che, in Puglia, non è il massimo dal punto di vista dell'ambientalismo e dei suoi paradigmi).

## 6. PROGETTUALITÀ TRA TECNOLOGIA E AMBIENTE

Il confronto con le culture altrui è sempre stimolante, anche se qualche volta antipatico. Bisogna sempre ricordare che le valutazioni si possono fare solo in presenza di contesti omogenei, in assenza dei quali è necessario dare un peso alle singole componenti ambientali. Nelle regioni mediterranee la storia antica, che si materializza nelle rimanenze archeologiche ed architettoniche, e quelle paesaggistiche normalmente fanno la

differenza rispetto alle culture nord europee, americane ed asiatiche. E bisogna ancora ricordare che la natura nei 5000 anni e più coperti dalla storia si è anch'essa data da fare. Sul terrapieno naturale sedimentato davanti all'antico porto di Efeso è stato costruito un aeroporto e noi stessi non potremmo fruire delle cripte della Cattedrale e della Basilica di San Nicola, senza interventi antropici, del tipo di quelli di cui oggi andremmo a discutere compatibilità ambientale e interferenze con i beni naturali presso gli enti preposti e tra schieramenti, organizzazioni e grandi clamori giornalisticisti.

Negli ambiti urbani, inoltre, le situazioni complessive di sviluppo si complicano essenzialmente per la presenza di un centro, prima di tutto di interessi, sostanzialmente coincidente con il centro storico, che oppone grandissime resistenze ad essere sdoppiato o decentrato. Di qui gli sviluppi concentrici delle aree urbane, con densità decrescenti verso le periferie. La distorsione nelle città costiere deriva dalla non applicabilità di questo modello e, quindi, dalla ricerca di occupazione del mare, come abbiamo visto per Bari nel paragrafo precedente.

La progettualità sostenuta dalla tecnologia ha raggiunto livelli stupefacenti misurabili attraverso la dimensione degli interventi stessi. Discutibile può essere, chiaramente, il rapporto con l'ambiente, che è di grande trasformazione e quindi di modificazione, ma non necessariamente di sottomissione. Il problema della valorizzazione ambientale è banalmente un problema di costi, che su questa voce si tende sempre a ridurre, ed un problema di cultura, talvolta, per scelte politiche, anch'essa economizzata o monotona.

La letteratura ed internet sono piene di immagini e testi relativi a grandi progetti nel campo dell'architettura, delle infrastrutture, delle opere idrauliche ecc.: i grandi grattacieli in America ed in Asia; i nuovi grandi aeroporti fuori dalle aree congestionate prossime alle città, addirittura su isole artificiali sottratte al mare, Honk Hong e Osaka (Fig. 23); lo sbarramento sullo Yang Tze del Three Gorge, che fa impallidire quello costruito dai Sovietici in Egitto sul Nilo; i viadotti chilometrici. Pochi sanno che esistono attualmente nel mondo oltre 20 viadotti di lunghezza superiore a 20 km; due di questi, rispettivamente di 35 e 32 km sono costruiti interamente in mare. Il Hangzhou Bay bridge di 35 km attraversa una baia e migliora i collegamenti dell'area di Shangai con il Sud; il Donghai bridge di "soli" 32,5 km (Fig. 24) dista dal precedente circa 80 km e collega sempre Shangai con un'isoletta su cui sono concentrate attività industriali e portuali. Immaginate di andare a Molfetta o a Polignano via mare su una strada a 4 corsie... Questi viadotti non sono per nulla



Figura 23 – Il nuovo aeroporto di Osaka realizzato, come quello di Honk Hong, su un'isola artificiale.

banali, se si tiene conto dei problemi di fondazione in ambiente offshore, che sono soggetti a escursioni di marea di 9 m ed a singolari e stressanti fenomeni idraulici che ne derivano, e se si tiene conto che contengono più tratti con larghezze ed altezze notevoli per non produrre intralcio alla navigazione. Il primo dei due viadotti citati ha intercettato con le fondazioni un banco di terreni alluvionali organici sottoconsolidati, che è stato necessario degassare per un lungo periodo di tempo, prima di por mano alle fondazioni.

Ancora più interessante, ancorché non unico nella concezione, è l'Öresund link, l'autostrada che collega Kobenhavn in Danimarca con Malmö in Svezia, e che ormai consente di arrivare dall'Europa continentale a Capo Nord senza prendere traghetti e senza fare giri lunghi. Questa autostrada corre

nel primo tratto prossimo alla Danimarca in tunnel sottomarino, in quanto i piloni di un viadotto di grande luce avrebbero costituito disturbo al vicino aeroporto di Kobenhavn; a circa metà percorso, l'autostrada riemerge su un'isola artificiale (Fig. 25) e di qui prosegue in viadotto, anch'esso dotato di tratti a grande luce, per consentire una normale navigazione.

L'elenco di grandi infrastrutture ed opere interagenti con ambiti urbani è dunque elevatissimo e il più delle volte, come si è visto dagli esempi riportati, le modificazioni ambientali sono anch'esse rilevanti. Parola che ci evita di dare un segno a dette trasformazioni, difficilmente valutabili con precisione a priori, ben evidenti solo a distanza di tempo dalle realizzazioni. Indubbiamente si deve cogliere l'aspetto della relativa facilità con cui altrove



Figura 24 – Il viadotto Donghai in Cina lungo 32,5 km interamente in mare, che collega Shangai con un'isoletta che ospita il porto e un'area industriale.



a)



b)

Figura 25 – Alcune immagini dell'Øresund Link che permette il collegamento stradale tra la Danimarca e la Svezia. Consiste di un primo tratto in tunnel sottomarino a), per evitare piloni sporgenti nell'area di atterraggio sull'aeroporto di Kobenhavn; successivamente il tracciato riemerge (b) e prosegue in viadotto nel braccio di mare fino a Malmö.

si realizzano grandi opere, nel senso che si cominciano e si finiscono e vengono utilizzate. Ambiente favorevole, minore densità di popolazione o esseri geneticamente diversi?

## 7. DISEGNARE UN FUTURO AMBIENTALMENTE COMPATIBILE E SOSTENIBILE

Il problema posto nel titolo è di quelli che potrebbero non avere soluzione, dato che nei paragrafi che precedono abbiamo asserito l'ineluttabilità dell'interferenza ambientale, persino indipendentemente dalle dimensioni delle opere o infrastrutture da realizzare e la difficoltà nel razionalizzare la misura dell'interferenza. Questo non può essere tuttavia

una scusa per l'immobilità, anche perché sia la natura, che l'ordinaria azione dell'uomo creano scenari in continuo "refreshing", che, comunque obbligano ad azioni. Si pensi ai problemi di idraulica urbana insiti nella crescita radiale e concentrica dei nuovi rioni, alle variazioni del livello mare, all'instabilità costiera, ecc.

La compatibilità ambientale nell'intervento infrastrutturale di nuova generazione deve essere cercata nel mantenimento dei valori medi e delle loro fisiologiche oscillazioni entro aree ampie che inscrivano quelle impegnate dalle trasformazioni. La quantità di verde manomesso (problema che non riguar-

da Bari, dove il verde è notoriamente scarso), per esempio, può essere una percentuale trascurabile di quello esistente nell'area di intervento, ovvero può essere ricostituito in altri punti, in modo che i risultati funzionali del verde (ossigeno, fauna, paesaggio) non siano variati.

Analogamente, il concetto di sostenibilità ambientale si riconduce agli esempi già svolti circa la non linearità del rapporto eventi- effetti e riporta anch'esso alla cultura degli interventi compensativi.

In un contesto nel quale si è dichiarata la difficoltà della misura dell'interferenza ambientale, è maturata, da noi, sia la paura di scelte errate, sia la caccia agli errori, veri o presunti, insiti nelle nuove proposizioni, cioè nella nuova progettualità. Il che porta ad un ulteriore livello di paralisi decisionale e di non progresso, in accordo con l'analisi semantica del termine progettare e quindi della sua negazione.

Nella lettura iper semplificata della storia, si tramanda che la torre di Babele (infrastruttura di ignota utilità del passato biblico) non venne portata a termine per l'accavallarsi di numerosi idiomi, legati alla multietnicità della gente del cantiere. Un'interpretazione più recente e sicuramente più credibile assegna invece l'insuccesso realizzativo al proliferare dei personalismi, in particolare nell'ampio ufficio della direzione operativa, con la conseguenza di interdizioni incrociate e quindi di incapacità decisionale (processo altrimenti noto come entropizzazione della comunicazione). Il modello Babele è facilmente esportabile, aiutato e non contrastato dalla facilità odierna di comunicazione.

Le conclusioni sono urgenti, ma non necessarie in forme esplicite, perché presenti nei paragrafi che precedono.

La tecnologia accompagnata da una buona cultura (che per essere tale deve necessariamente essere multidisciplinare ed integrata) possono contribuire oggi a progettazioni non ad impatto ambientale nullo, perché non esistono, ma ambientalmente compatibili e sostenibili. In questa ricerca bisogna anche ammettere il moderato errore, la cui consapevolezza matura il più delle volte solo dopo la realizzazione delle opere. È importante, però, che le opere lascino il segno dell'interesse dell'uomo e non quello specifico di un uomo.

Bari e la Puglia hanno conosciuto epoche migliori. Nei primi decenni del 1900 esisteva una linea di navigazione, Puglia, che ci collegava con il mondo. Oggi siamo nelle mani, per fortuna oneste, di Ryanair, altrimenti non saremmo in grado di gestire neanche un collegamento con la dirimpettaia Albania.

È necessario ritrovare, elaborare e condividere un'ampia progettualità a servizio di una città e di una regione non dotate delle in-



Figura 26 – La tangenziale Nord di Bari: dal punto terminale della terza mediana (ancora interrotta sulla ferrovia). Il centro di Bari viene superato con un viadotto in mare, che approda su un'isola artificiale su cui si posizionano vari servizi e un porto turistico; successivamente con un tracciato parzialmente in galleria, il collegamento si chiude sul terminale dell'asse Nord-Sud.

infrastrutture necessarie per essere all'altezza dei tempi, figuriamoci se idonee a delineare il futuro. Ricordiamo la vergogna di una ferrovia che oggi, non ieri, continua a collegare Bari con Potenza, 120 km, in 3,5 ore e Matera, 65 km, in 1,5 ore, mantenuta con denaro pubblico, le difficoltà del collegamento ferroviario con Roma e la direttrice tirrenica più in generale.

La Fig. 26 chiude con una provocazione, che vuol tuttavia dare un'idea dell'ordine di grandezza della progettualità infrastrutturale che oggi è possibile. Si tratta della tangenziale Nord di Bari. Ma a Nord c'è il mare! Infatti. Un primo tratto è in viadotto che approda su un'isoletta che potenzialmente può ospitare aree ricreative, un porto turistico, un eliporto ecc. (anche una stazione ferroviaria, volendo); poi s'infila sotto il mare per riemergere in corrispondenza del porto nuovo e chiudere l'anello con l'asse Nord Sud. Non si tratta di fantascienza.

#### DOCUMENTI BIBLIOGRAFICI CITATI O CONSULTATI

AERONAUTICA MILITARE (1987), *Acielo aperto: Bari vista dall'alto*. Grafiche Favia, Bari.

BARBIERI MR., BARBIERI MZ., FIDELIBUS M. D., MOROTTI M., SAPPA G., TULIPANO L., (1999), *First results of isotopic ratio  $87\text{Sr}/86\text{Sr}$  in the characterization of seawater intrusion in the coastal karstic aquifer of Murgia (Southern Italy)*. Proc. 15th SWIM, Gent (Belgium), 1998, in *Natuurwet. Tijdschr.*, vol. 79, 132-139. <http://www.geo.vu.nl/users/swim/pdf/swim15/barbierietal.pdf>.

CANORA F., CAPORALE F., FIDELIBUS M. D., GUTIERREZ F., LEANDRO G., SPILOTRO G. (2010), *Variazioni*

*idrogeologiche e riattivazione del carsismo nei gessi di Lesina Marina (Puglia)*. Proc. Workshop Intern.: I sinkholes. Gli sprofondamenti catastrofici nell'ambiente naturale ed in quello antropizzato. ISPRA, Roma 3-4 dic. 2009.

CANORA F., CONVERTINI A., FIDELIBUS M. D., G., SPILOTRO G. (2010), *Relationship between sea level stands, karst hydrology and morphologies in the Murgia plateau (Apulia, Southern Italy) through morphometric analysis*. Atti del Dipartimento di Strutture, Geotecnica e Geologia Applicata, Università della Basilicata, n. 2.

CANORA F., FIDELIBUS M.D., SCIORTINO A., SPILOTRO G. (2008), *Variation of infiltration rate through karstic surfaces due to land use changes: a case study in Murgia (SE-Italy)*. *Engineering Geology*, vol. 99, iss. 3-4, 2008, pp 210-227. DOI: 10.1016/j.eng-geo.2007.11.018.

CALÒ G., COTECCHIA V., SPILOTRO G. (1985), *Caratterizzazione geolitologica e tecnica delle calcareniti Pugliesi*. Atti del III Conv. Naz. Attività estrattiva dei Minerali di II Categoria, Bari 17-19 gen. 1985.

DEPALO M.R., RADINA F. (2008), *Bari, sotto la città*. Mario Adda Editore, Bari

EIDOS (1985), *Il Fortino di Bari: progettare il riuso*. Ragusa Grafica Moderna, Bari.

FIDELIBUS M. D., TULIPANO L. (1996), *Regional flow of intruding sea water in the carbonate aquifers of Apulia (Southern Italy)*. 14th SWIM, Malmo (Sweden), 17 -21 June 1996, in *Rapporter och meddelanden, Geological Survey of Sweden, Uppsala*, 87.

FONSECA C. D. (1976), *Puglia ieri. Il Regno di*

*Napoli in prospettiva dell'abate Giovanni Battista Pacicchelli*. Adriatica Editrice.

GRASSI D., ROMANAZZI L., SPILOTRO G. (1975), *Caratteristiche geotecniche delle terre rosse della Puglia in relazione alla composizione chimico-mineralogica ed ai diversi tipi di depositi*. *Geol. Appl. e Idrogeologia*, vol. X, parte I.

GRASSI D., SPILOTRO G. (1982), *Ambienti e problemi di fondazione generati dalla carsificazione delle rocce della piattaforma carbonatica appula*. Atti 2° Cong. Int. Utilizzazione delle aree carsiche, Bari. *Geol. Appl. e Idrogeol.*, vol. XVII, Parte II.

GRECO A., SPILOTRO G. (1982), *Paracarsismo d'interfaccia dei depositi quaternari calcarenitici e biocalcarenitici della fascia costiera murgiana: aspetti geologici e geotecnici*. Atti 2° Cong. Int. Utilizzazione delle aree carsiche, Bari. *Geol. Appl. e Idrogeol.*, vol. XVII, Parte II.

ISTITUTO GRAMSCI, SEZIONE PUGLIESE (1978), *Bari, questione urbana e piano regolatore*. Tipolito Mare, Bari.

LA SORSA S. (1931), *La prima Fiera del Levante*. Mario Adda ed., ristampa 2002.

PETRIGNANI M. (1972), *Bari, il borgo murattiano: esproprio, forma e problema della città*. Dedalo libri.

ROSSI P. (2004), *Bari, il Castello*. Mario Adda Editore, Bari.

SEMERARI L., VIGNOLA G., INTRONA F. (2007), *Bari nelle antiche stampe*. Adda Ed.

SPILOTRO G. (1983), *Contributo allo studio delle caratteristiche di deformabilità di ammassi carbonatici stratificati e carsificati pugliesi*. *Geol. Appl. e Idrogeol.*, Vol. XVIII, Parte I, 1983, Bari, pp. 261-277.

SPILOTRO G. (2003), *Variazioni relative del livello mare e variazioni della linea di costatendenze naturali e fattori antropici*. Atti Convegno SIGEA: Cambiamenti climatici e desertificazione in area mediterranea, SIGEA, Univ.Bari, 16.3.2002.

SPILOTRO G., CANORA F., FIDELIBUS M.D. (2009), *Anisotropy of hydraulic conductivity through shallow geophysical surveys*. Int. Conference on Rock Joints and Jointed Rock Masses, Tucson Arizona, jan 2009.

SPILOTRO G., LEANDRO G. F. (2008), *Cambi climatici e il nostro territorio: cinetiche, interazioni, azioni*. Atti del Convegno SIGEA & Ordine dei Geologi di Puglia: Cambiamenti climatici e rischi geologici in Puglia – Castello di Sannicandro di Bari, 30 nov. 2007.

TRIZIO P. (2003), *Il gran porto di Bari 1925-1933*. Autorità Portuale di Bari.

TULIPANO L., FIDELIBUS M. D. (1995), *Italian National Report. In Final Report of COST ACTION 65 "Hydrogeological aspects of groundwater protection in karstic areas"*, Report EUR 16547, Off. for Official Publ. EC, Luxembourg, Part I, 171-201.

# Il complesso rapporto tra la città di Bari e le lame, uno sguardo al passato per un diverso futuro

ROCCO BONELLI (1)  
rocco.bonelli@adb.puglia.it

UMBERTO FRATINO (1, 2)  
u.fratino@poliba.it

LIA ROMANO (1, 2)  
lia.romano@adb.puglia.it

(1) Autorità di Bacino della Puglia  
(2) Dipartimento di Ingegneria delle Acque e di Chimica, Politecnico di Bari

## RIASSUNTO

La natura prevalentemente carsica di gran parte del territorio pugliese conferisce al reticolo idrografico superficiale della regione, nella parte a Sud del fiume Ofanto, caratteristiche di assoluta singolarità meritevoli di un alto livello di attenzione in relazione ai fenomeni legati alla pericolosità idraulica dei territori coinvolti, essendo implicita alla presenza di un ambiente carsico ad elevata permeabilità l'assenza pressoché totale di deflussi di magra anche su una scala temporale elevata. Proprio tale peculiarità ha contribuito ad aumentare il livello di vulnerabilità dei territori in quanto ha prodotto nel tempo un reiterato errore di interpretazione morfologica ed idraulica dei luoghi, nella convinzione mai dimostrata però che tale reticolo potesse considerarsi inattivo e quindi ostaggio indifeso di un'espansione urbanistica particolarmente "aggressiva" e non rispettosa dell'assetto naturale del territorio.

In particolare, lungo i compluvi del reticolo idrografico, nei solchi morfologici comunemente noti come lame, tipicamente a fondo piatto e sponde sub-verticali, per l'elevata capacità di infiltrazione dei suoli, a fronte di generica assenza di deflusso superficiale in corrispondenza di eventi meteorologici di carattere ordinario, può osservarsi, per eventi di natura eccezionale, l'attivazione improvvisa di un articolato complesso fluviale in grado di veicolare grandi volumi di acqua e di fango sino a mare.

Il comportamento idraulico di queste strutture torrentizie contribuisce a rendere il nostro territorio più vulnerabile sotto l'aspetto idrogeologico, in quanto i lunghi intervalli temporali intercorrenti tra una piena e la successiva non aiutano alla definizione di strumenti di pianificazione e governo che tengano conto delle complesse dinamiche idrologiche ed idrauliche.

Solo la piena dell'ottobre 2005 in terra di Bari ha richiamato alla memoria le allu-

loro funzionalità, come ben testimoniato da quanto accaduto la notte tra il 22 e il 23 ottobre 2005.

In merito va osservato come la vulnerabilità idraulica della città di Bari sia progressivamente cresciuta, oltre a causa dell'incuria nella gestione del territorio, anche e soprattutto per effetto di una espansione antropica poco attenta dell'idraulica dei luoghi (Fig. 1).

A tal riguardo, la nota si propone di esaminare, nel dettaglio, due casi di particolare significatività presenti nella città di Bari, che individuano nelle lame Picone e Valenzano i rischi più elevati. Ci si riferisce alla sezione di confluenza delle lame Baronali e Badesa, in prossimità dell'abitato di Ceglie del Campo, e alle condizioni in cui versa la lama Valenzano, nel tratto compreso tra la SS16 e l'intersezione con l'asse ferroviario delle FSE, in corrispondenza di via Pezze del Sole.

La nota analizza, avvalendosi di sofisticati modelli di calcolo e di tecniche di rilievo evolute, le criticità connesse con lo stato

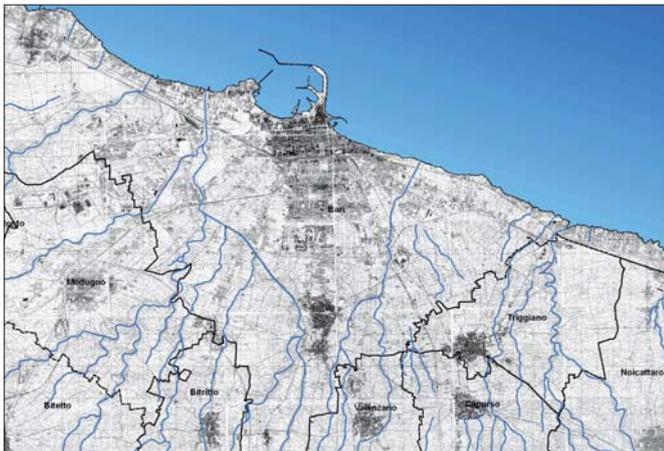


Figura 1 – L'espansione urbana della città di Bari dagli anni 50 (a sinistra su IGM 1:25000) ad oggi (a destra su ortofoto 2006).

## PREMESSA

La natura carsica del territorio pugliese, ad eccezione della porzione di territorio compresa fra l'altopiano delle Murge ed il promontorio del Gargano, e la presenza di aree morfologicamente depresse, spesso caratterizzate dalla presenza di vore e inghiottitoi, fa sì che il reticolo idrografico pugliese, fatta eccezione per le aste fluviali della Capitanata, sia generalmente caratterizzato dalla perdurante assenza di deflussi.

vioni dello scorso secolo, quelle degli anni 1905, 1915 e 1926, e riportato all'attenzione dell'opinione pubblica le tematiche proprie della difesa del suolo e della gestione del territorio. Con riferimento a tale evento, è importante oggi evidenziare come le opere idrauliche realizzate a difesa della città all'inizio del novecento abbiano egregiamente svolto il compito loro affidato, ma è altrettanto importante rimarcare come poco e male si sia fatto per molti decenni per conservare appieno la

nel quale versano i luoghi, operando oltre ad una attenta valutazione degli effetti indotti dal passaggio di una piena, anche la prima individuazione degli interventi necessari a garantire il pieno ripristino delle condizioni di sicurezza.

Di contro si riporta un esempio di pianificazione urbanistica virtuosa, nata dall'attenta integrazione tra il rispetto delle dinamiche idrauliche del territorio e le esigenze progettuali.

## CASI STUDIO

## A) LA LAMA PICONE

Una situazione tipica del territorio barese ed esemplificativa di quanto su esposto è quella definita dalla confluenza, in prossimità dell'abitato di Ceglie del Campo, giusto al di sotto del ponte Santa Rita, fra la lama Baronale, posta in destra idraulica, e la lama Badessa, in sinistra, punto a partire dal quale ha origine il torrente Picone, che, poco a valle della cava di Maso, è deviato, attraverso il canale artificiale, nella lama Lamasinata (Fig. 2). La rilevanza del bacino idrografico in termini di area contribuyente, l'elevato stato

grafici, si è sviluppata attraverso un'analisi dell'idrologia dell'evento condotta a scala di bacino. In particolare, l'analisi pluviometrica è stata effettuata facendo riferimento alla metodologia definita dal VAPI Puglia (Coperentino e Fiorentino, 1994), così come suggerito dalla stessa normativa in materia di difesa del suolo.

A tal proposito, l'analisi condotta sui dati pluviometrici registrati (Tab. 1) evidenzia come, ad eccezione delle stazioni di Santeramo e Mercadante, le precipitazioni che hanno generato l'evento alluvionale abbiano avuto intensità significativamente inferiore rispetto

alle corrispondenti valutate in riferimento ad un tempo di ritorno di 30 anni. In riferimento a ciò, va evidenziato come l'attenta ricostruzione dei dati pluviometrici relativi all'evento dell'ottobre 2005 consente di individuare in un valore compreso tra i 30 e i 200 anni, il tempo di ritorno delle precipitazioni che hanno interessato i bacini della lama Badessa e della lama Baronale (Fig. 3).

Una volta definite le curve di possibilità pluviometrica (Fig. 3) in corrispondenza dei tempi di ritorno individuati nel Piano di Bacino Stralcio per l'Assetto Idrogeologico attualmente vigente per l'area di indagine (AdB Puglia, 2005) ed in riferimento all'informazione pluviometrica osservata durante l'evento dell'ottobre 2005, utilizzando l'*alternating block method* (Chow *et al.*, 1988), si sono dapprima generati gli ietogrammi di pioggia e successivamente, attraverso il metodo SCS-CN, sia gli idrogrammi di piena che presumibilmente si sono verificati nell'ottobre 2005 (Fig. 4a), sia quelli relativi a tempi di ritorno rispettivamente pari a 30, 200 e 500 anni (Fig. 4b).

L'analisi idraulica, necessaria per definire gli effetti di propagazione dell'onda, in considerazione della morfologia e dell'elevato grado di antropizzazione dei luoghi, è stata condotta utilizzando un codice di calcolo bidimensionale, commercialmente noto con il nome TUFLOW (*Two-dimensional Unsteady Flow*), il quale risolve il sistema di equazioni di continuità della massa liquida e di moto nelle due dimensioni (Syme *et al.*, 1999; Syme, 2001) di seguito riportato:



Figura 2 – La confluenza nel torrente Picone.

di antropizzazione dei luoghi e la possibilità di avere un riscontro oggettivo in merito agli effetti prodotti dal passaggio della piena dell'ottobre 2005, rendono tale situazione un caso studio assolutamente unico nel suo genere e di assoluta rilevanza sperimentale.

I luoghi di interesse sono stati oggetto di una articolata ricerca storica e cartografica. Questa ha dapprima evidenziato come il sito, fin dal XVIII secolo, sia nella disponibilità di privati e sia stato interessato da numerosi eventi di piena. Tuttavia, negli ultimi 30 anni, una espansione urbana non controllata e immemore della pericolosità idraulica dei luoghi, ha prodotto una massiccia occupazione antropica dell'alveo, con naturali conseguenze ben messe in evidenza da quanto accaduto nell'ottobre 2005, quando il transito dell'onda di piena nella sezione di confluenza determinò danni rilevanti alle strutture con allagamenti diffusi e diversi crolli. Tale occorrenza ha quindi motivato uno studio attento della situazione che, a valle di una fase conoscitiva preliminare finalizzata all'inquadramento generale del problema e all'acquisizione dei dati pluviometrici e topo-

Tabella 1 – RegISTRAZIONI del 22-23 ottobre 2005 nelle stazioni di misura pluviometriche nel bacino del Picone

Durate	mm di pioggia					
	30 min	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Casamassima	11,6	18,0	50,6	76,6	78,4	81,6
Santeramo	37,4	57,6	82,2	104,2	108,2	112,2
Adelfia	6,8	9,4	23,6	27,6	28,0	31,2
Grumo Appula	4,4	5,0	5,2	7,0	7,0	11,8
Mercadante	43,2	80,0	137,4	152,6	152,6	162,0

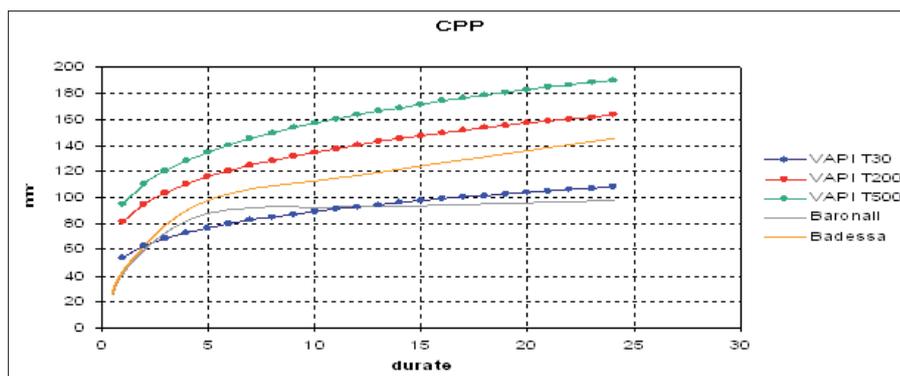


Figura 3 – Confronto delle CPP dell'evento del 22-23 ottobre 2005 con le CPP relative a tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni per il bacino del torrente Picone.

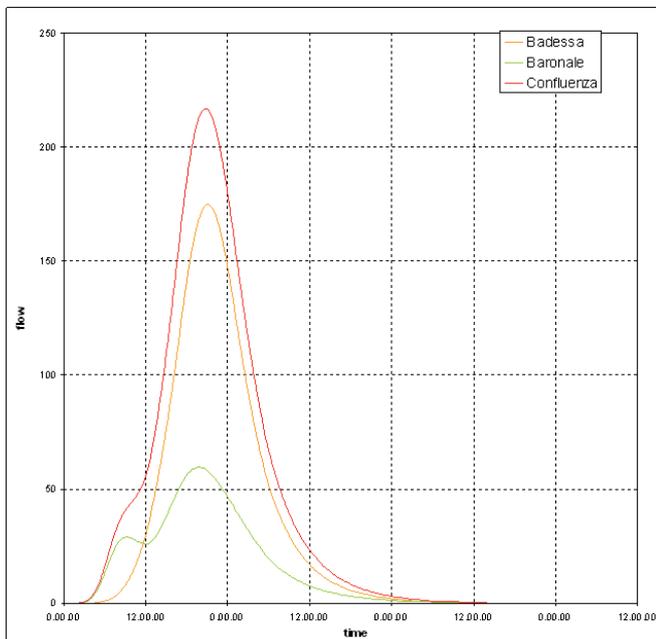


Figura 4a – Idrogramma di piena stimato in corrispondenza dell'evento dell'ottobre 2005.

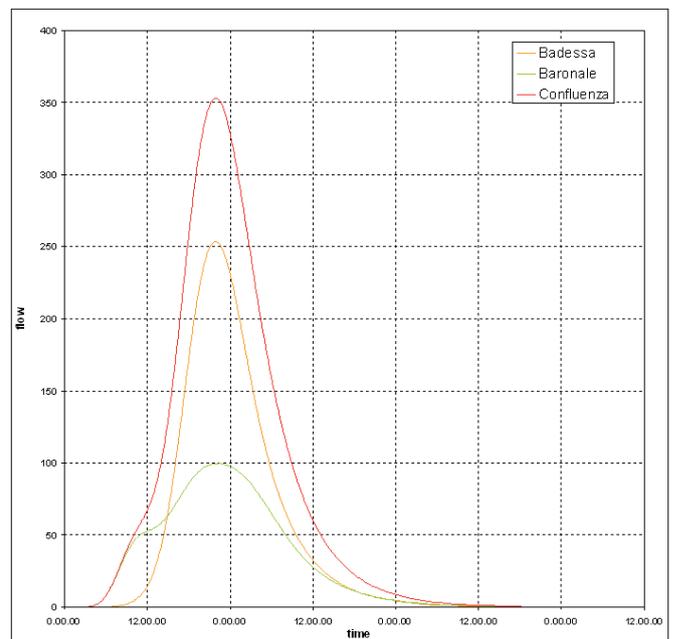


Figura 4b – Idrogramma di piena relativo al tempo di ritorno di 200 anni.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial(Hu)}{\partial x} + \frac{\partial(Hv)}{\partial y} = 0 \quad (\text{Eq. di continuità 2D}) \\ \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} - c_f v + g \frac{\partial \zeta}{\partial x} + g u \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{C^2 H} - \mu \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = F_x \quad (\text{Eq. di moto X}) \\ \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + c_f u + g \frac{\partial \zeta}{\partial y} + g v \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{C^2 H} - \mu \left( \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} = F_y \quad (\text{Eq. di moto Y}) \end{array} \right.$$

dove:

$\zeta$  = elevazione del pelo libero;  
 $u$  e  $v$  = componenti della velocità mediate lungo la verticale nelle direzioni X e Y;  
 $H$  = tirante del pelo libero;  
 $t$  = tempo;  
 $x$  e  $y$  = distanze nelle direzioni X e Y;  
 $c_f$  = coefficiente della forza di Coriolis;  
 $C$  = coefficiente di Chezy;  
 $\mu$  = coefficiente di viscosità;  
 $p$  = pressione atmosferica;  
 $\rho$  = densità dell'acqua;  
 $F_x$  e  $F_y$  = somma delle componenti delle forze esterne nelle direzioni X e Y.

L'utilizzo di un codice di calcolo idraulico particolarmente sofisticato, associato ad un modello digitale del terreno molto accurato (Fig. 5), ha consentito di effettuare una corretta ricostruzione degli eventi, attraverso il confronto tra i tiranti idrici ottenuti dalla simulazione numerica e quelli ottenuti dal rilievo delle tracce lasciate dal transito della piena (Figg. 6a e 6b).

Si è ritenuta affidabile, fra le numerose simulazioni eseguite, quella che ha dato luogo, in funzione del parametro di scabrezza ipotizzato, ad un errore, percentuale tra il dato numerico e quello osservato non superiore al 10%, sull'intera n-pla di punti esaminati.

Tale circostanza si è verificata in corrispondenza di un valore dell'indice di scabrezza di Manning pari a 0.04 m<sup>-1/3</sup>×s in alveo e pari a 0.05 m<sup>-1/3</sup>×s nelle aree immediatamente adiacenti.

A riguardo, è particolarmente importante osservare come l'evento dell'ottobre 2005, rispetto al quale è stata effettuata la taratura del modello idraulico, sia di entità inferiore rispetto a quello bicentenario (Figg. 4a e 4b), il che rende più significativa la performance offerta dal modello di calibrazione, in quanto è dimostrata una maggiore sensibilità ai valori del coefficiente di scabrezza in corrispondenza delle portate più modeste. Ne consegue che un dato stimato attraverso un processo di calibrazione condotto utilizzando quale riferimento un



Figura 5 – Rappresentazione tridimensionale del modello geometrico "ottobre 2005".

valore modesto della portata transitante conduce a predizioni sufficientemente accurate quando tale informazione è adottata per valutare gli effetti prodotti da eventi di maggiore entità (Di Baldassarre *et al.*, 2006).

È di interesse operare qualche commento circa le simulazioni condotte per ricostruire quanto accaduto durante l'evento dell'ottobre del 2005. Le tracce rilevate sui muri di confine posti a monte del ponte di S. Rita testimoniano la sussistenza di un livello idrico pari a circa 58 m s.l.m., probabilmente da imputare alla presenza di un muro perimetrale posto trasversalmente all'alveo della lama Baronale, la cui sommità si attestava intorno ai 60 m s.l.m. Tale muro ha determinato, fino al momento del crollo, l'accumulo di un volume consistente di acqua a monte di esso, volume idrico che si successivamente riversato con violenza a valle, determinando il crollo di alcune strutture di recinzione e il ribaltamento di autobus e mezzi di trasporto di notevoli dimensioni (Figg. 8a e 8b).

La simulazione idrodinamica, condotta con riferimento ad idrogrammi di piena corrispondenti a tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni, ha consentito, inoltre, di determinare le aree a diversa pericolosità idraulica nell'attuale configurazione dei luoghi (Fig. 9).

I risultati della simulazione idraulica mostrano come alcuni interventi di bonifica dei

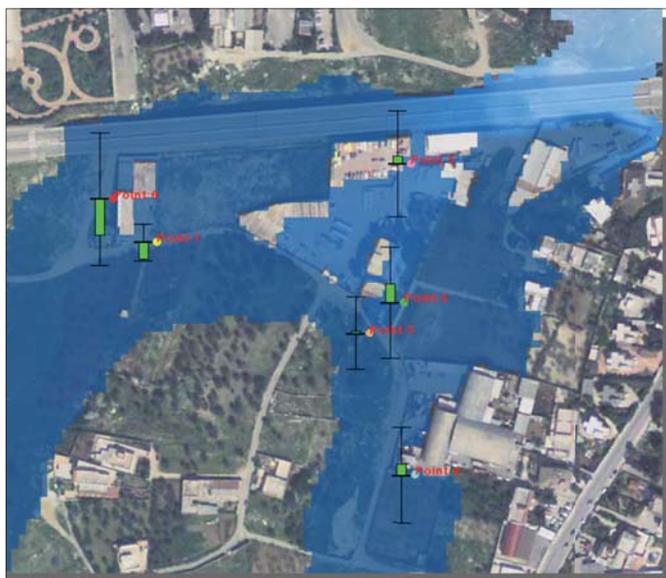


Figura 6a – Planimetria dei punti di osservazione per la calibrazione.

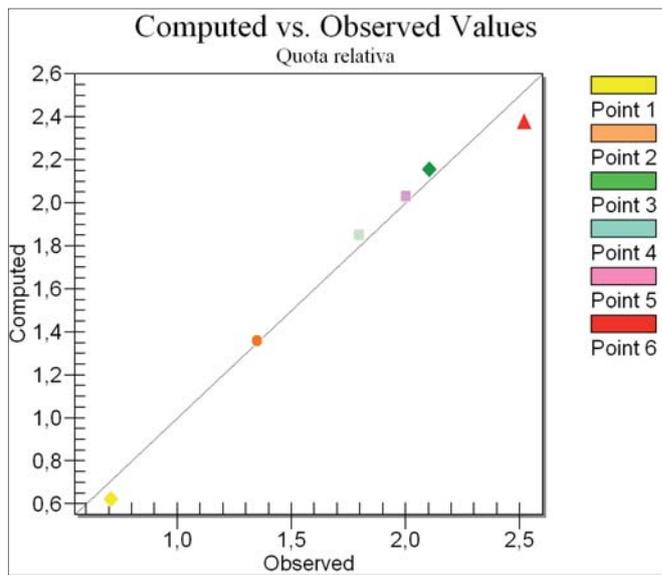


Figura 6b – Correlazione dei valori dei tiranti osservati con quelli calcolati.

luoghi, effettuati dopo l'evento calamitoso, per quanto migliorativi rispetto alla configurazione preesistente al 2005, non siano sufficienti al raggiungimento delle condizioni di sicurezza idraulica così come definite dall'art. 35 delle Norme Tecniche di Attuazione in allegato al PAI approvato (AdB, 2005).

Infatti, la propagazione di un'onda di piena bicentenaria determina tuttora, nell'area oggetto di studio, valori dei tiranti idrici e delle

velocità certamente non compatibili con la presenza antropica e di edifici e/o insediamenti produttivi. In particolare, si fa riferimento alla soglia di pericolosità idrodinamica, usualmente fissata nel valore di 2,5 KN/m, alla quale si pone il valore ultimo per la stabilità di un uomo qualora investito da una massa d'acqua in movimento, come nel caso di un'alluvione: nel caso della lama Baronale (Fig. 10), si registrano tiranti idrici compresi tra i 3 e i 4 m (Fig. 11a) e velocità della corrente anche pari a 2 m/s (Fig. 11b), a determinare valori di spinta compresi tra i 60 e i 90 KN/m.

L'indagine condotta è stata completata individuando il possibile assetto dei luoghi, che garantisca le condizioni di sicurezza idraulica per l'area di indagine (Fig. 12). Oggi, a seguito di alcuni primi provvedimenti di urgenza presi immediatamente a valle dell'alluvione, l'alveo alla confluenza delle due lame è stato solo parzialmente liberato dagli ostacoli presenti, continuando a permanere diverse strutture a servizio di un'attività industriale, forse in attesa di una prossima alluvione.

#### B) LA LAMA VALENZANO

Particolare rilievo, anche per effetto delle perimetrazioni che interessano una parte del centro abitato di Bari, assume il caso della lama Valenzano nel suo tratto compreso tra la SS16 e via Pezze del Sole, all'altezza del quartiere Mungivacca. In questa zona, nel tempo, l'alveo naturale della lama ha subito diverse modificazioni sia per la realizzazione di alcune importanti arterie viarie (SS16 e SS100), sia per la presenza in alveo di diversi edifici sia industriali sia residenziali (Figg. 13 e 14).

Le analisi condotte, sotto l'aspetto metodologico, non si differenziano significativamente da quelle già descritte in precedenza con riferimento al caso della lama Picone, se non per l'utilizzo di un modello idraulico, meno complesso ma pienamente coerente con la morfologia dei luoghi, quale HEC-RAS (US Army Corps of Engineers, 2001).

Nel caso in esame, il modello geometrico utilizzato per simulare l'officiosità dell'asta fluviale è stato determinato sulla scorta dei rilievi topografici che il Comune di Bari,



Figura 7 – Foto aerea della confluenza qualche ora dopo il transito della piena dell'ottobre 2005.

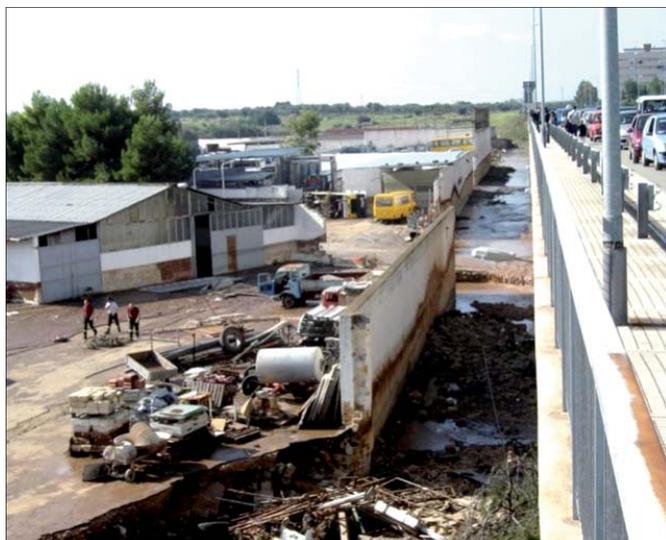


Figura 8a – Manufatti all'interno dell'alveo.



Figura 8b – Tracce della corrente sui piloni del ponte.

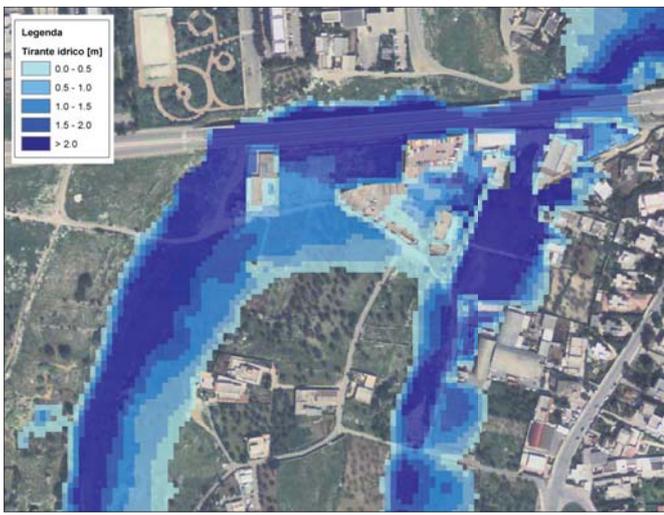


Figura 9 – Rappresentazione dei tiranti idrici relativi ad un evento con tempo di ritorno di 200 anni.



Figura 10 – Planimetria delle traccia delle sezioni del torrente Baronale.

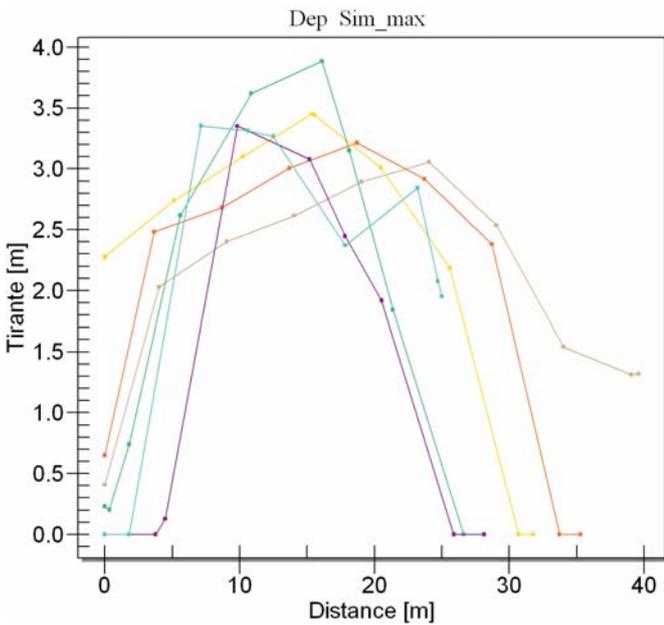


Figura 11a – Diagramma dei tiranti idrici.

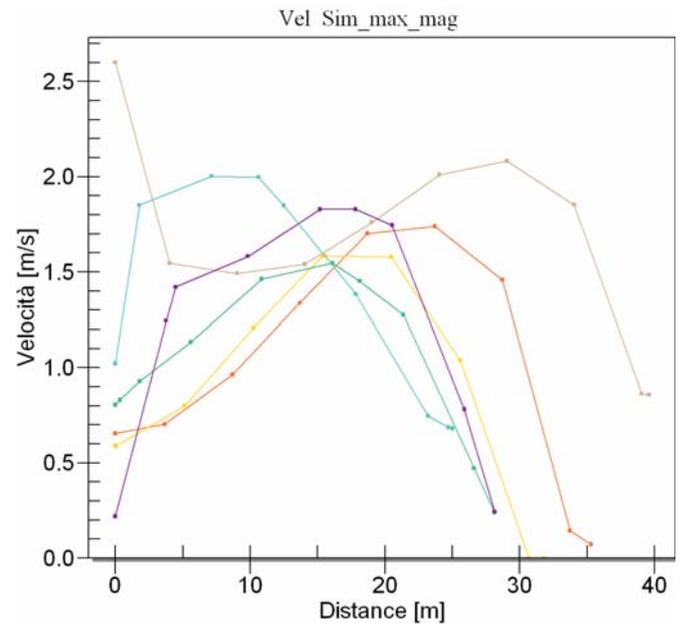


Figura 11b – Diagramma delle velocità della corrente.

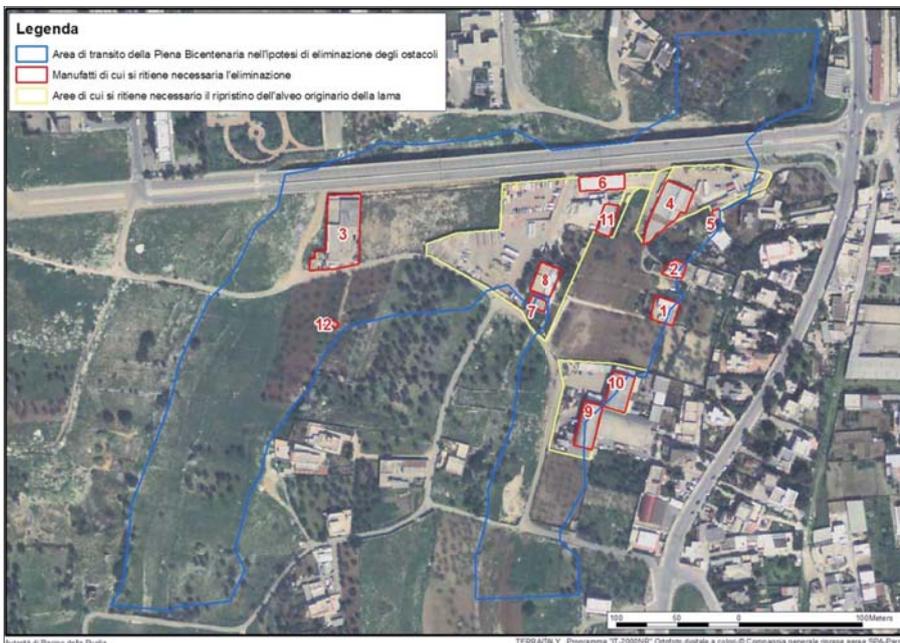


Figura 12 – Manufatti per i quali si propone la demolizione.

nell'ambito del tavolo tecnico di concertazione con l'Autorità di Bacino, ha reso disponibili.

I risultati ottenuti dall'utilizzo del modello di calcolo idraulico sono sintetizzati dal profilo idraulico rappresentato in Fig. 15a, dal quale appare subito evidente come le ostruzioni presenti in alveo fra la SS16 e la linea ferroviaria delle FSE, in occasione di eventi con tempo di ritorno maggiore o uguale di 200 anni, diano origine ad un rigurgito della corrente con conseguente sormonto del ciglio di lama in sinistra idraulica ed allagamento della via Amendola (Figg. 15b e 15c), con ogni naturale ed ovvia conseguenza che da ciò deriva. A tal proposito, è importante ricordare che il comune di Bari, grazie ad un finanziamento pubblico, ha in corso di progettazione un intervento, ritenuto indispensabile per la messa in sicurezza di via Amendola, nel quale si prevede la demolizione di alcuni degli edifici presenti che determinano ostruzione e la risagomatura e riprofilatura del tratto di lama

compreso tra la SS16 e l'intersezione con la ferrovia FSE.

#### UN ESEMPIO DI PIANIFICAZIONE URBANISTICA VIRTUOSA

L'analisi condotta in riferimento ai due casi precedentemente descritti conferma, qualora fosse ancora necessario, come la pianificazione urbanistica abbia quale elemento preliminare ed imprescindibile una corretta lettura del territorio, con particolare riferimento alle peculiarità idrogeologiche proprie del reticolo carsico murgiano. Si riporta a titolo di esempio, quanto accaduto durante il processo concertativo e pianificatorio relativo a quella che è usualmente definita la "maglia20" della città di Bari. Inizialmente progettata senza tener conto della presenza della lama Marchesa, che attraversa l'intero lotto edificatorio, un virtuoso processo di pianificazione operato all'interno di un tavolo tecnico nel quale erano contestualmente presenti rappresentanti dell'Autorità di Bacino della Puglia, dell'Amministrazione comunale e i progettisti, ha condotto ad una nuova e radicale modifica di approccio nella progettazione dell'intervento, il quale ora trova nell'elemento lama non più un elemento ostativo alla realizzazione ma un valore aggiunto (Fig. 16).

#### CONCLUSIONI

Nell'ottobre 2005 la terra di Bari è stata interessata da un evento di piena eccezionale che ha richiamato alla memoria le alluvioni degli anni 1567, 1827, 1905, 1914, 1915, 1926, e riportato all'attenzione dell'opinione pubblica le tematiche proprie della difesa del suolo e della gestione del territorio. In riferimento a tale evento, le opere realizzate a difesa idraulica della città nello scorso secolo hanno egregiamente svolto il loro compito, ma, per effetto di articolate dinamiche socio-

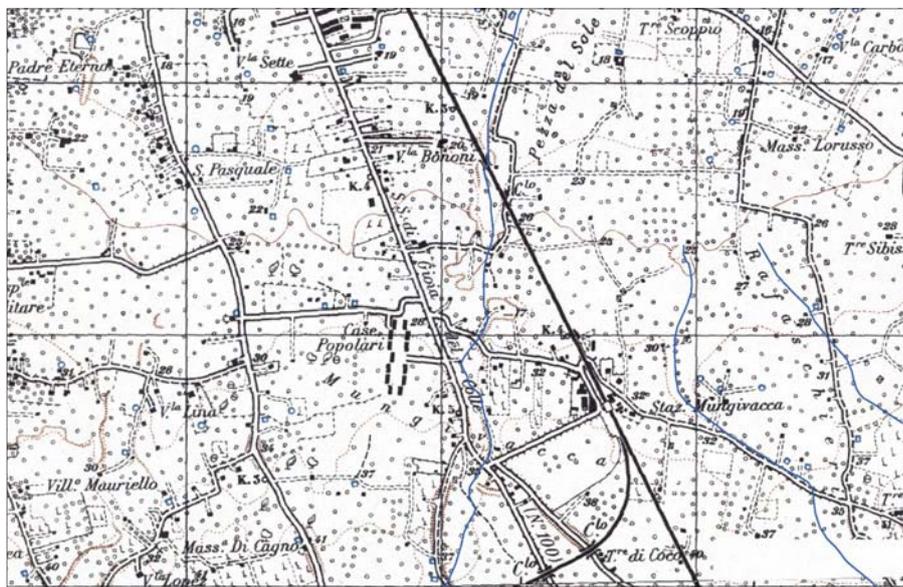


Figura 13 – Area di studio su cartografia IGM 1:25000.

economiche che hanno prodotto l'esplosiva crescita demografica di alcuni centri urbani posti in prossimità della città di Bari e determinato, in tali aree, un assetto territoriale nuovo, ricco di servizi ed attività, oggi è naturale domandarsi: quanto la nostra città è vulnerabile dal punto di vista idrogeologico? L'interrogativo è assolutamente lecito e la risposta dovuta. Il nostro territorio è ancora altamente vulnerabile, nonostante le opere e le strutture realizzate a protezione della città, a partire dagli anni trenta, grazie al Regio Decreto dell'ottobre 1927.

In realtà, l'assenza di strumenti normativi in grado di disciplinare correttamente le attività edilizie in prossimità delle lame, una miope lettura della morfologia del territorio, una politica che ha abusato dello strumento del condono hanno condotto, nell'ultimo trentennio, ad un'urbanizzazione troppo aggressiva che,

da un lato, ha contribuito alla realizzazione, in prossimità o addirittura all'interno degli alvei, di abitazioni, edifici artigianali, opere di collegamento infrastrutturale idraulicamente mal dimensionate, e, in più, ha consentito l'utilizzo diffuso dei fondo alveo quali aree agricole anche attrezzate con tendoni, serre ecc.

Nella sostanza la lama, quella più chiara e netta, indipendente da letture morfologiche complesse, è divenuta nel tempo un "non luogo", una variabile soggettiva piuttosto che un'invariante strutturale nella pianificazione urbanistica, una terra di nessuno che non porta a nessun posto e che non viene da nessun posto, una bizzarra scelta di qualche distratto "ingegnere" di inizio novecento.

Il caso della confluenza nel torrente Piccone e quello della lama Valenzano sono solo due esempi, fra i tanti presenti in terra di Bari, che costituiscono lo spunto per alcune riflessioni critiche sull'operato di amministratori pubblici, imprenditori, cittadini che, sicuramente scarsamente supportati o peggio mal consigliati dalla classe dei tecnici, hanno determinato e/o condizionato, in un passato anche recente, alcune realtà della nostra città.

Oggi, quella stessa classe di tecnici è chiamata, in un momento di grandi scelte quali quelle del redigendo PUG, oltre a far tesoro degli insegnamenti del passato, a farsi carico consapevole delle problematiche idrogeologiche e ad utilizzare come base naturale di discussione nell'ambito della pianificazione, la necessità di progettare, riorganizzare e/o ottimizzare la "risorsa città" introducendo, forse per la prima volta nelle politiche urbanistiche locali, quale elemento forte dell'invarianza strutturale, la volontà di acquisire al patrimonio pubblico il non luogo "lama", quello morfologico però, che è bene da preservare e riqualificare dal punto di vista ambientale, un nuovo patrimonio al servizio della nostra collettività.



Figura 14 – Rappresentazione dell'area di studio su foto aerea con indicazione dei principali manufatti interferenti con l'alveo della lama Valenzano.

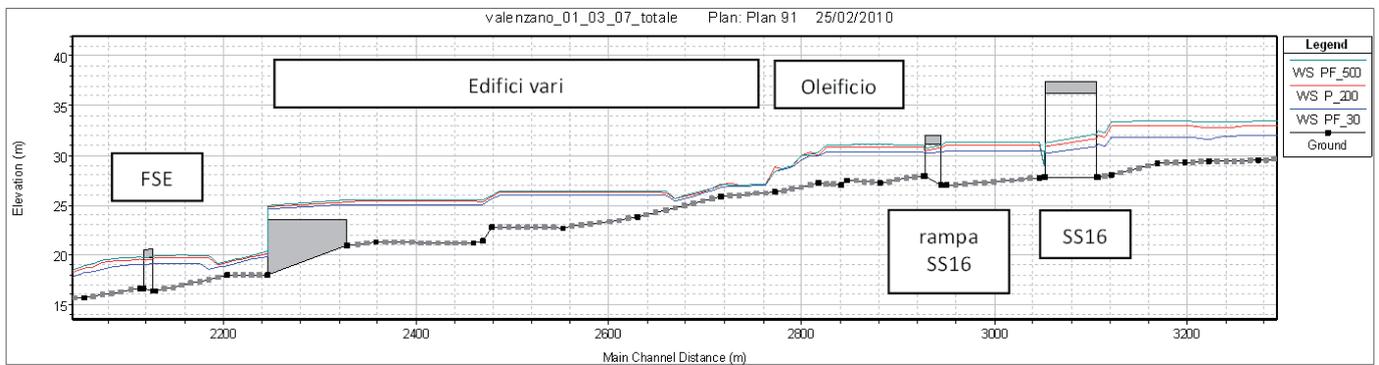


Figura 15a – Profilo della corrente, nel tratto compreso fra la SS16 e la linea delle FSE.



Figura 15b – Perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica.

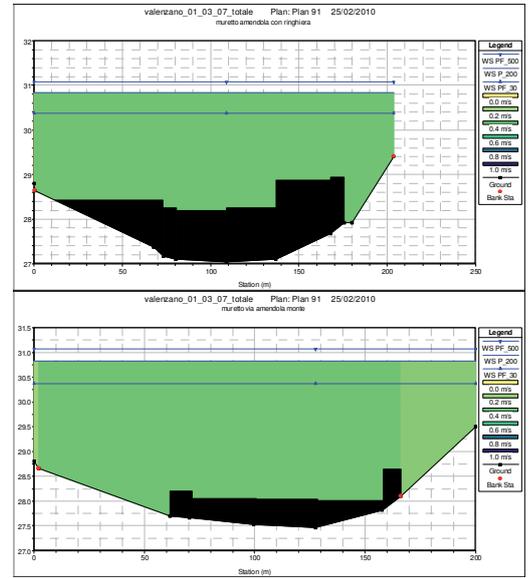


Figure 15c – Sezioni rappresentative.

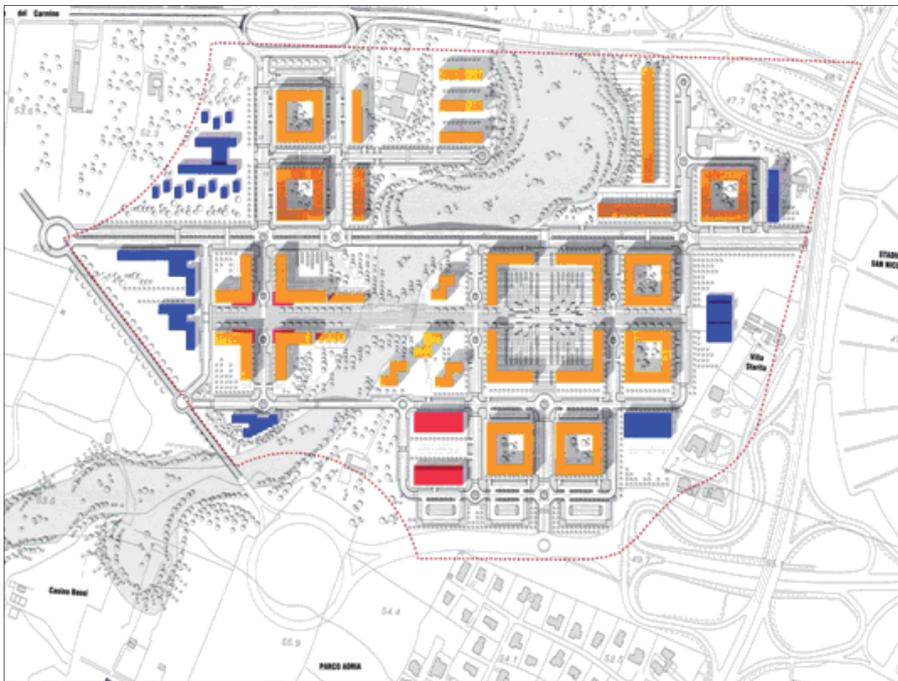


Figura 16 – Nuovo progetto della maglia 20 nel territorio comunale di Bari.

#### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

AUTORITÀ DI BACINO DELLA PUGLIA (2005), *Piano di Assetto Idrogeologico – Relazione di Piano*, <<http://adb.puglia.it>>.  
 BMT WBM (2008), *TUFLOW User Manual-GIS Based 2D/1D Hydrodynamic Modelling*.  
 BRADLEY J. N., FHWA, BRIDGE DIVISION (1978),

*Hydraulics of bridge waterways*, HDS1 FHWA.  
 CHOW, V. T., MAIDMENT, D. R. & MAYS, L. W. (1988), *Applied Hydrology*, 252-257, McGraw-Hill, New York, USA.  
 COPERTINO V., FIORENTINO M. (1994), *Valutazione delle Piene in Puglia*, La valutazione delle

piene in Italia – Rapporto Nazionale di Sintesi, CNR-GNDCI.

DI BALDASSARRE G., BRATH A., HORRITT M., BATES P. (2006), *Mappatura ASAR delle aree inondate per la calibrazione e la verifica dei modelli bidimensionali di allagamento*, XXX Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche – IDRA 2006.

MAIONE U. (1995), *Le piene fluviali*, Padova, Italia, La Goliardica Pavese.

*Puglia, La valutazione delle piene in Italia – Rapporto Nazionale di Sintesi*, CNR-GNDCI.

SYME W.J. (2001), *Modelling of bends and hydraulic structures in a two-dimensional scheme*, Conference on Hydraulics in Civil Engineering, Hobart, November 2001.

SYME W.J., ROGENCAMP G.J., NIELSEN C.F. (1999), *Two-dimensional modelling of floodplains, a powerful floodplain management tools*, NSW FLOOD MITIGATION CONFERENCE, Tamworth, NSW, 1999.

US ARMY CORPS OF ENGINEERS (1995), *Flow transitions in bridge backwater analysis*, <<http://www.usace.army.mil>>.

US ARMY CORPS OF ENGINEERS (2001), *Hydrologic Modeling System, Hec-HMS User's Manual*, <<http://www.usace.army.mil>>.

US ARMY CORPS OF ENGINEERS (2002), *Hec-Ras Hydraulic Reference Manual*, <<http://www.usace.army.mil>>.

# Sviluppo urbano e protezione della natura

## Biodiversità, geodiversità e qualità della vita nei contesti urbani

FRANCESCA PACE  
f.pace@regione.puglia.it

MICHELE CHIECO

Ufficio Parchi e Tutela della Biodiversità –  
Assessorato all'Ecologia – Regione Puglia\*

\* Gli autori ricoprono ora ruoli diversi, rispettivamente Dirigente del Servizio Assetto del Territorio e Componente della Struttura di Supporto Tecnico all'Autorità Ambientale della Regione Puglia.

### 1. NATURA, BIODIVERSITÀ E PROGETTAZIONE SOSTENIBILE: GLI INDIRIZZI DELLA STRATEGIA TEMATICA SULL'AMBIENTE URBANO

**L**e grandi aree urbane sono uno dei luoghi-simbolo del consumo di territorio. Come spesso avviene per ogni risorsa naturale anche l'utilizzo del territorio è avvenuto in passato e, si può dire avvenga tuttora, senza tenere in giusta considerazione aspetti ambientali fondamentali per la qualità della vita e per la sostenibilità del territorio.

In diversi atti formali si fa esplicito riferimento al problema dello sviluppo incontrollato degli agglomerati urbani come ad una delle principali cause di crisi ambientale, pur riconoscendo alle città un ruolo importante per lo sviluppo economico<sup>1</sup>.

Nell'ottica di un'urbanistica sostenibile la diffusione di una cultura del "governo integrato del territorio" è indicata come una delle soluzioni alla crisi ambientale del "sistema urbano" e incoraggiata attraverso misure indirizzate principalmente alle autorità locali.

L'obiettivo è quello di "contribuire ad una migliore qualità della vita mediante un approccio integrato concentrato sulle zone

*urbane [e] contribuire a un elevato livello di qualità della vita e di benessere sociale per i cittadini attraverso un ambiente in cui il livello dell'inquinamento non provochi effetti nocivi per la salute umana e l'ambiente e attraverso uno sviluppo urbano sostenibile".*

Le città devono offrire un ambiente salubre, sicuro e stimolante per i loro abitanti senza esercitare uno sfruttamento eccessivo delle risorse naturali e dell'ecosistema da cui esse attingono. L'aver esageratamente abusato della "capacità di carico", ad esempio, delle aree rurali extraurbane ha ridotto le risorse del territorio ed ha causato la separazione dei "bisogni urbani di risorse naturali", dalla città stessa, spingendo i cittadini alla ricerca di aree naturali fuori dalla città (Fig. 1).

I problemi ambientali delle aree urbane (inquinamento, elevati consumi energetici, aumento delle superfici impermeabilizzate, riduzione delle superfici verdi), pur presentando i caratteri comuni della insostenibilità, sono difficilmente risolvibili seguendo un'unica modalità di intervento.

L'ecosistema complessivo di un territorio in cui si localizza una città, ed il relativo suo "grado" di benessere (integrità, degrado ecc.) influenzano le condizioni generali dell'ambiente urbano.

dirizzare le azioni di risoluzione delle criticità ambientali:

- **leggere attentamente i contesti territoriali** la combinazione in diverse tipologie ecosistemiche (ecomosaico) dei territori adiacenti alle città, così come le componenti ambientali, i caratteri climatici, geomorfologici, i fattori di naturalità che caratterizzano ciascun agglomerato urbano, lo rendono oggetto di specifiche strategie di intervento;

- **prevenire la dispersione urbana** i fenomeni di eccessivo inurbamento, creando "dispersione" dell'espansione delle nuove zone urbane sul territorio con *continuum* urbani spesso anche privi di qualità, destano preoccupazione essenzialmente in relazione al consumo di terreni agricoli e/o naturali. Da non dimenticare inoltre il consumo in termini di risorse energetiche destinate ai trasporti o le risorse economiche destinate alla infrastrutturazione del territorio, sia in termini di reti che di servizi. Con una riduzione di quantità di terreno occupata pro capite (es. costruendo città compatte, ad alta densità e a destinazione mista), è possibile contenere il problema del consumo del suolo e della relativa scomparsa e/o frammentazione degli habitat;

- **ridurre l'impermeabilizzazione dei terreni** al fenomeno del consumo indiscriminato del territorio e dell'eccessiva impermeabilizzazione dei suoli (Fig. 2) sono correlati anche problemi ambientali specifici per gli ecosistemi e la biodiversità. Il suolo riveste infatti un ruolo fondamentale anche come riserva di patrimonio genetico, supporto alla vita e agli ecosistemi, oltre che come elemento essenziale del paesaggio;

- **ridurre il rischio di desertificazione** ovvero ridurre la perdita delle caratteristiche fisiche e biologiche del suolo, legata a fattori predisponenti (caratteristiche climatiche, geo-pedologiche e morfologiche, copertura vegetale ecc.) ed associata a diversi fattori di pressione, tanto di origine naturale che antropica (Fig. 3). Il complesso sistema di interazioni che ne deriva, porta ad un progressivo ed irreversibile depauperamento delle capacità produttive degli ecosistemi agro-forestali.

Azioni antropiche e cambiamenti climatici rendono particolarmente critici i fenomeni

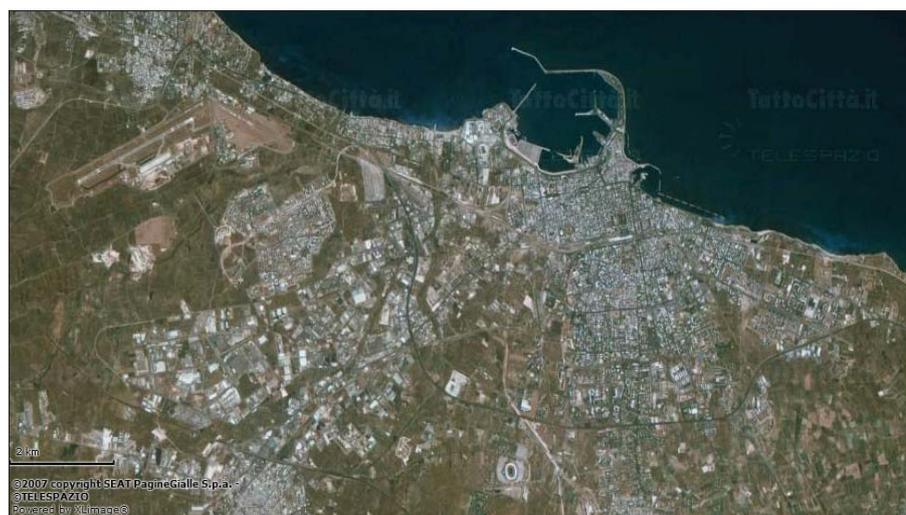


Figura 1 – Bari, dispersione urbana e consumo di suolo. Fonte: [www.visual.paginegialle.it](http://www.visual.paginegialle.it).

1 Comunicazione della Commissione COM (2005) 718 del 11.01.2006 al Consiglio e al Parlamento Europeo relativa alla Strategia tematica sull'ambiente urbano.

Sinteticamente è possibile individuare alcune idee-guida individuate dalla Strategia europea per gli ambienti urbani mirate ad in-

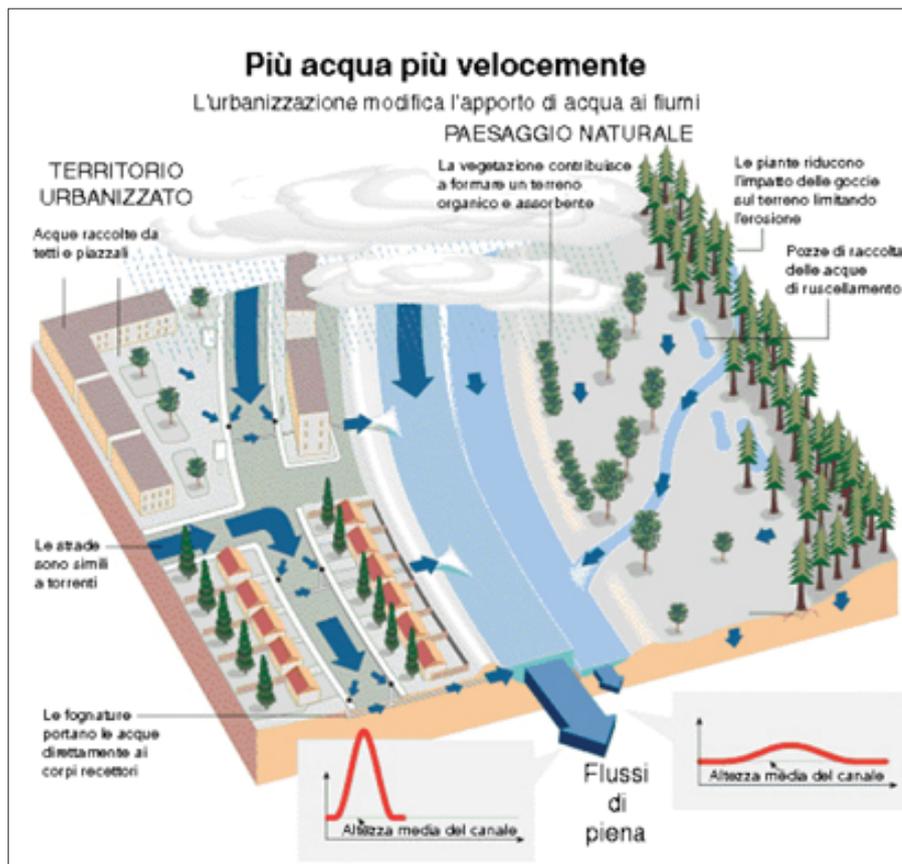


Figura 2 – Impermeabilizzazione e concentrazione dei deflussi. Fonte: [www.infosardegna.com](http://www.infosardegna.com).

di salinizzazione dei suoli e di contaminazione delle falde idriche in area mediterranea, e potrebbero fortemente condizionare le capacità future di mantenere adeguati livelli qualitativi delle risorse suolo ed acqua. Tale circostanza impone di concentrare adeguate risorse sul contrasto alla proliferazione delle aree impermeabili ed alla stessa espansione incontrollata delle aree urbane. Una migliore gestione dell'ambiente nelle città (oculata gestione delle acque meteoriche e dei reflui, riduzione delle emissioni da traffico e riscaldamento ecc.) rende inoltre non solo le città luoghi più attraenti e più sani, ma riduce l'impatto negativo degli agglomerati urbani anche sulle aree circostanti. Tale riduzione è tanto più auspicabile quanto più in tali aree si ravvisano fenomeni di deterioramento ambientale in atto quali quelli sopra citati;

- **promuovere la biodiversità urbana** “La biodiversità può trarre vantaggio anche dalla conservazione e dalla creazione di corridoi verdi o percorsi verdi nelle zone urbane e suburbane”<sup>2</sup>; il mantenimento attivo e/o il ripristino delle relazioni ecologico-funzionali tra le città, il loro hinterland e le regioni più ampie, può garantire il rispetto tra nuovi sviluppi urbani e ambiente naturale (Fig. 4).

2 Comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento Europeo, “Piano d'azione a favore della biodiversità conservazione delle risorse naturali” COM/2001/0162).

L'integrazione della biodiversità nel tessuto cittadino è fondata non esclusivamente sulla presenza di specie e/o di habitat protetti, ma anche sulla “necessità” degli abitanti di entrare in contatto con flora e fauna selvatiche.

Il documento europeo, a tal riguardo, pone l'accento sul ruolo dei cittadini che, con i loro comportamenti e le loro decisioni individuali,



Figura 3 – Dilavamento di terreni spietati. Foto A. Sigismondi.



Figura 4 – Corridoi verdi – Modugno Zona industriale tratto del T. Lamasinata. Fonte: [www.visual.paginegialle.it](http://www.visual.paginegialle.it).

determinano il successo di qualsiasi piano o azione locale. Da qui, l'importanza dell'informazione e della conoscenza per rafforzare la cultura di una corretta convivenza tra il mondo animale e vegetale e la città.

## 2. RETI ECOLOGICHE E AREA VASTA

I contesti urbani, con le loro peculiarità e caratteristiche, introducono nell'area vasta elementi di specificità, con le loro trame di reti e di relazioni, riflettendo situazioni ecologiche molto variegata. Si pensi alle **aree metropolitane**, con estensione di decine di chilometri quadrati, nelle quali si susseguono molteplicità di funzioni, di usi, con infrastrutture e insediamenti diversi; gli sforzi di recupero di una qualità ambientale possono esplicarsi esclusivamente nella valorizzazione di quei pochi frammenti di spazio non urbanizzato lasciati liberi dall'evoluzione della città, dove ogni corso d'acqua, ogni piccolo giardino, ogni linearità vegetazionale, ogni esemplare arboreo o superficie verde, ogni specie vegetale, assume un rilievo assolutamente speciale per la ricostruzione e il mantenimento di una pur minima struttura biologica urbana.

Una strategia utile alla conservazione di elementi di biodiversità alle diverse scale è la rete ecologica. Tra gli obiettivi rilevanti della rete ecologica, la costruzione di una strategia di tutela della biodiversità e del paesaggio basata sul collegamento di aree di rilevante interesse ambientale-paesistico in una rete continua e l'integrazione, rispetto ad un modello di tutela focalizzato esclusivamente su aree protette, che porta a confinare la conservazione della natura “in isole” immerse in una matrice territoriale antropizzata.



può invece contribuire contemporaneamente a limitare i fattori di rischio e ad orientare lo sviluppo urbano verso condizioni di maggiore sostenibilità ambientale, con la diretta implicazione di accrescere le condizioni di biodiversità in ambiente urbano.

Nei tratti urbani degli impluvi, per fare un esempio ricorrente e significativo, gli interventi di riordino idraulico che si rendono necessari per la messa in sicurezza delle aree attraversate, dovrebbero essere condotti tenendo conto del ruolo di tali elementi come costituenti principali della rete ecologica attuando interventi di ingegneria naturalistica (preferendo ad argini in cls gabbionate vive e/o la riprofilatura in roccia) che accrescono la funzionalità ecologica accompagnati, in occasione della realizzazione dell'intervento,

dalla reintroduzione di specie vegetali autoctone e dalla rimozione di quelle alloctone.

Altro esempio di intervento multifunzionale è rappresentato dal recupero ambientale delle discariche dismesse nelle quali i necessari interventi successivi alla chiusura del sito possono essere condotti nell'ottica della qualificazione ecologica. Sono sufficienti semplici e poco onerose azioni di reinserimento paesaggistico nel territorio circostante attraverso riprofilature delle porzioni emergenti con forme più naturali rispetto all'originale rilevato, rinverdimenti con specie accuratamente selezionate per le loro caratteristiche ecologiche e biotecniche ecc.

La concomitanza di circostanze sociali, economiche ed ambientali quali l'impatto sociale di interventi in aree densamente abitate,

l'orientamento verso la partecipazione diretta dei cittadini nei processi di pianificazione e la coesistenza tra criticità geologiche, valenze ecologiche e aspettative della popolazione su aree urbane inedificate, impongono quindi ai decisori di acquisire, promuovere e sviluppare e consolidare le competenze in aspetti sinora trascurati, quali la tutela della biodiversità e della geodiversità, elementi fondanti della qualità della vita, soprattutto in ambiti a scarsa, e perciò preziosa, naturalità come quelli urbani.

In particolare, va rimarcata l'importanza della conoscenza degli aspetti legati alla geodiversità del territorio, intesa come "la varietà o la diversità del substrato roccioso, delle forme e dei processi in ambito geologico, geomorfologico e pedologico" (Legge Regionale 4

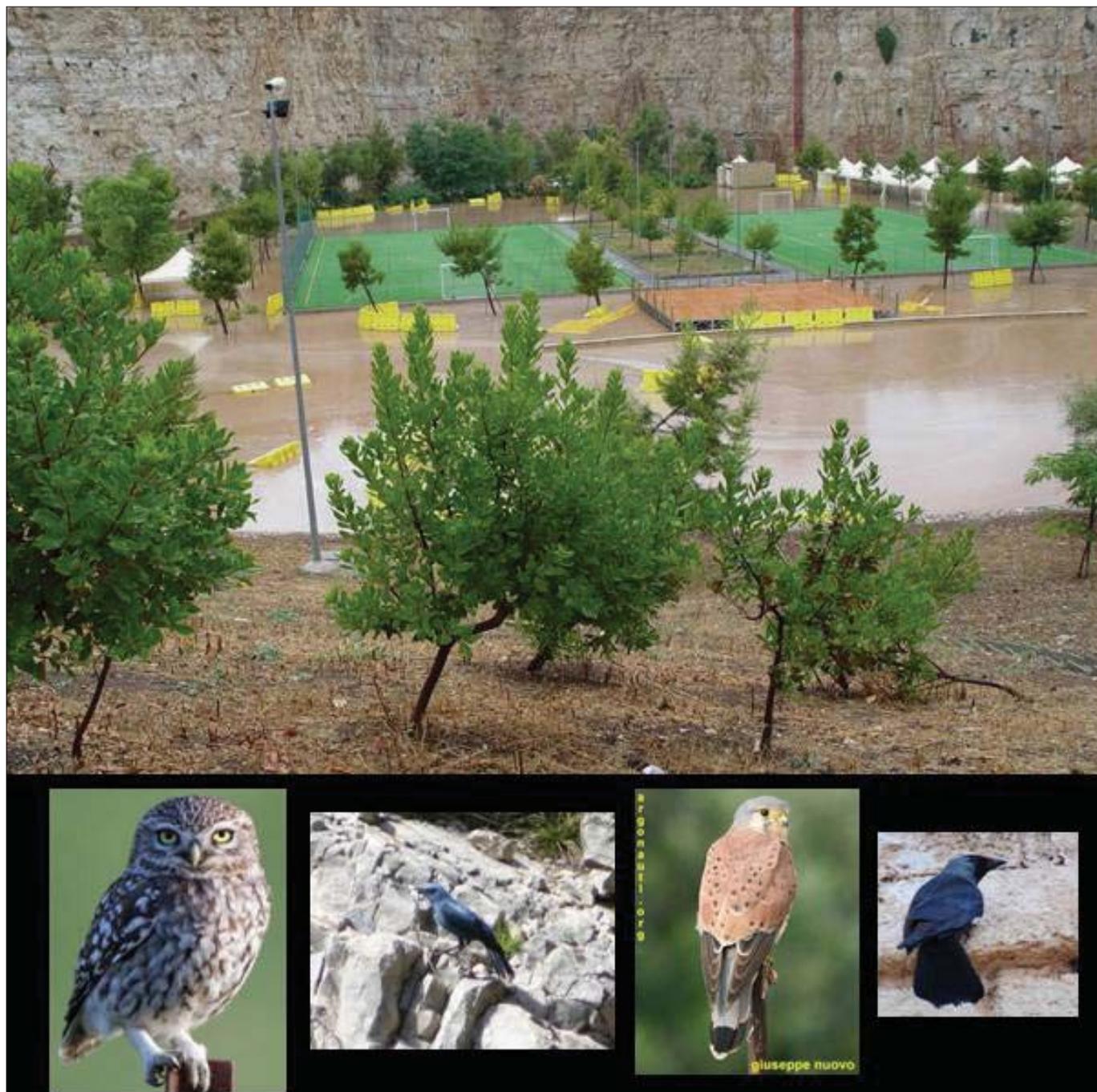


Figura 6 – Bari, Lama Picone, Cava di Maso (fonte: [www.autoritabacino.marche.it/gemellaggio/download](http://www.autoritabacino.marche.it/gemellaggio/download)) con esempi di specie segnalate come nidificanti sulle pareti della stessa cava (da sx a dx: Civetta, fonte: [www.windoweb.it](http://www.windoweb.it); Passero solitario, fonte: [www.robertopatroniti.it](http://www.robertopatroniti.it); Gheppio, fonte: [www.argonauti.org](http://www.argonauti.org); Taccola, fonte: [www.hobbyuccelli.it](http://www.hobbyuccelli.it)).

dicembre 2009, n. 33 “Tutela e valorizzazione del patrimonio geologico e speleologico”, art. 2), che rappresenta un fattore determinante nella costruzione di reti ecologiche urbane e nella realizzazione di strutture sicure nei confronti degli eventi naturali. L'adeguata conoscenza di importanti aspetti geologici ed idrogeologici del territorio urbano può consentire infatti di operare scelte progettuali che consentono benefici diretti e indiretti molto rilevanti per la qualità della vita.

Storicamente è noto come la geodiversità sia stata un fattore condizionante dell'attività umana, influenzando l'uso del suolo, i siti di insediamento e di approvvigionamento di acqua e materiali da costruzione. L'uso della pietra per la costruzione e la finitura di edifici residenziali, infrastrutture e monumenti, in particolare, è una delle più chiare espressioni del legame tra geologia e paesaggi culturali sia nelle aree urbane che rurali.

Il rapporto tra geologia ed ecologia, la lettura e l'interpretazione degli elementi morfologici che lasciano tracce nel tessuto urbano, il riconoscimento della provenienza dei materiali da costruzione, la scelta di specifici siti in ognuna delle fasi insediative delle città, l'evoluzione delle tecniche costruttive, l'azione dell'uomo come agente geologico e le sue conseguenze, sono tutti argomenti inseriti nei progetti di “urban geodiversity” ed “urban geology”, molto diffusi soprattutto nei paesi anglosassoni già a partire dai livelli più bassi di scolarità. A livello nazionale l'educazione geologica di base assume un'importanza critica.

L'impegno dei cittadini nella tutela dell'ambiente negli ultimi anni si sta concretizzando attraverso il passaggio da una generica sensibilità ambientale ad un ruolo più attivo a livello individuale in questo campo: in molti hanno cominciato a cambiare il proprio comportamento riciclando, acquistando prodotti “biologici” o a “km 0” e installando dispositivi per la produzione ed il risparmio energetico nelle proprie abitazioni; tuttavia non si sono fatti gli stessi passi avanti nella diffusione della conoscenza degli aspetti geologici ed ecologici delle aree urbane. L'impegno di tecnici, progettisti, pianificatori, decisori ed educatori deve tendere alla diffusione di tali sensibilità per far sì che esse emergano nell'ambito delle fasi di partecipazione alla pianificazione e progettazione urbana.

Per formare una sensibilità diffusa verso tali tematiche è quindi indispensabile educare alla percezione delle interazioni tra uomo ed ambiente attraverso la lettura e l'interpretazione delle tracce dell'ambiente pre-insediativo ancora riconoscibili in ambito urbano. Spesso tale attività non richiede particolari risorse perché tali elementi sono presenti a breve distanza dalle scuole e facilmente raggiungibili con “passeggiate” guidate.

Un punto di partenza privilegiato per la riqualificazione ecologica delle aree urbane è rappresentato dalle zone libere da edificazioni presenti nella maglia del costruito e nelle periferie degli abitati. Tali aree dovrebbero essere prioritariamente individuate come oggetto di progetti di recupero orientati alla loro funzione nell'ambito di una rete ecologica urbana con il risultato, non secondario, di preservare il consumo di terreni agricoli e seminaturali. Tali progetti non devono necessariamente prevedere la loro destinazione ad aree verdi ma, come si vedrà meglio nel seguito, anche la realizzazione di interventi di densificazione del costruito con criteri avanzati di progettazione.

Anche nel tessuto urbano e periurbano della città di Bari esistono diversi esempi di aree libere da costruzioni per ragioni diverse che coincidono con siti estrattivi dismessi o aree agricole relitte. Molti siti estrattivi dismessi sono stati oggetto di una nuova utilizzazione per usi agricoli con risultati apprezzabili anche dal punto di vista paesaggistico (Fig. 7); altri siti estrattivi in abbandono hanno visto un ritorno graduale della vegetazione spontanea e possono essere individuati come elementi significativi di una “rete ecologica polifunzionale urbana”.

I siti estrattivi dismessi in ambito urbano, insieme, ad esempio, alle pareti esposte per la realizzazione delle infrastrutture, rientrano

a pieno titolo tra le aree disponibili per i cittadini progetti di valorizzazione della geodiversità urbana e permettono di aprire una finestra su quello che solitamente è celato sotto le superfici edificate o asfaltate. Molte aree inedificate sono semplicemente in stato di abbandono e vedono una graduale ricolonizzazione da parte di specie vegetali autoctone. In questi ultimi casi pochi interventi di rimozione di rifiuti e di specie alloctone assicurano una conservazione delle funzioni ecologiche e paesaggistiche nel tempo, ed evitano che l'abbandono si muti in degrado. Per tali aree si auspicano procedure semplificate per l'acquisizione pubblica e/o l'asservimento alle costruzioni private circostanti per la, seppur limitata, manutenzione necessaria.

Nel tessuto urbano, inoltre, restano residui di aree agricole dove la manutenzione della vegetazione è garantita “a costo zero” per la pubblica amministrazione e nell'ambito delle quali andrebbe incentivata l'adozione di pratiche rivolte alla sostenibilità ecologica dell'agricoltura praticata ed all'incremento della biodiversità agricola (Fig. 8).

#### 4. BIODIVERSITÀ E SOSTENIBILITÀ DI EDIFICI E INFRASTRUTTURE

Lo spazio verde esercita un ruolo essenziale per la riqualificazione degli ambienti urbani: incrementa la mobilità ciclabile e pedonale urbana, produce l'immagazzinamento



Fig. 7 – Bari, sito estrattivo dismesso riutilizzato a fini agricoli. Fonte:www.bing.com/maps.



Figura 8 – Bari, area agricola nel tessuto urbano. Fonte:www.bing.com/maps.

di CO<sub>2</sub> da parte dei vegetali, riduce il consumo energetico per la climatizzazione (protezione verso il vento, raffreddamento per aumento evapotraspirazione, ombreggiamento), diminuisce l'inquinamento acustico, migliora la qualità dell'aria (qualità atmosferica e cattura delle particelle), opera il recupero ambientale degli spazi degradati, favorisce la permeabilità dei suoli e opera in difesa della loro fertilità.

Oltre alla progettazione in "rete" degli spazi verdi ed in generale degli spazi aperti, il miglioramento ecologico-funzionale di un sistema urbano può essere attuato operando sul "costruito", sostenendo la conservazione della biodiversità attraverso la "integrazione" dei valori legati alla naturalità nelle politiche di settore: ad esempio edilizia sostenibile, il trasporto sostenibile, la realizzazione e progettazione adeguata di viabilità e infrastrutture viarie, la creazione di "corridoi verdi" nelle zone urbane e suburbane.

Per le politiche di sviluppo delle infrastrutture, è possibile conciliare l'aspetto tecnico-costruttivo con i valori ecologici fondamentali, quali la "connettività", grazie, ad esempio, all'utilizzo di sottopassi e sovrappassi faunistici lungo le infrastrutture, ad una corretta progettazione delle fasce di rispetto stradali (non permeabili), alla piantumazione di specifiche essenze nelle aree di pertinenza, ad una corretta progettazione verde delle rotonde (Fig. 9).

esempio, l'utilizzo delle potenzialità geotermiche della falda acquifera o del suolo (Fig. 10) per la climatizzazione degli edifici, che permette non solo di ridurre l'impatto visivo degli scambiatori di calore dei climatizzatori e i consumi energetici ma anche le emissioni nocive e l'inquinamento termico dannoso per la biodiversità urbana e delle aree circostanti (effetto "isola di calore").

Spesso la riqualificazione ecologica viene quindi ottenuta come diretta conseguenza di scelte progettuali adeguate mentre, al contrario, interventi mal progettati hanno anche conseguenze negative sulla biodiversità urbana. La cattiva progettazione degli immobili e degli spazi costruiti, infatti, oltre ad avere generalmente conseguenze negative sulla salute umana e sull'ambiente (es. eccessivo consumo di energia per il riscaldamento ed il raffrescamento estivo, sovrapproduzione di rifiuti, alterazioni climatiche e/o luminose, ecc.), può rappresentare un serio ostacolo per la permanenza e/o la sopravvivenza in città di svariate specie animali e vegetali.

Il rapporto edificio-fauna è fondamentalmente un rapporto conflittuale, tranne i casi in cui la struttura offra opportunità di rifugio alle specie animali, tuttavia possono essere individuate soluzioni progettuali e tecniche mirate a migliorare gli edifici, in funzione della conservazione delle specie animali, come, ad esempio, sagome o strisce anticollisione per i volatili, da applicare ai vetri o

applicati all'esterno o ricavabili direttamente all'interno delle strutture degli edifici, per fornire un sito riproduttivo a quelle specie di uccelli e mammiferi che nidificano nelle cavità (gli esempi più noti di questa fattispecie sono rappresentati dal falco grillaio nei centri urbani della Murgia e dai pipistrelli). Un'altra soluzione "integrata" che presenta valenze ecologiche ed ambientali s.l. è quella dei "tetti verdi" che rivestendo la superficie dell'edificio con uno strato di terra e di vegetazione, contribuiscono a mitigare gli effetti dell'alta temperatura in estate e del freddo eccessivo durante l'inverno. Suolo e vegetazione riducono le elevate escursioni termiche cui le superfici esposte sono soggette che ne rappresentano una delle principali cause di deterioramento.

La presenza di una "copertura a verde" è capace di aumentare anche di due o tre volte la vita media di un edificio con notevole riduzione dei costi di manutenzione. Numerosi studi sperimentali effettuati portano ad una conclusione: se fossero "vegetati" tutti i tetti delle più grandi aree urbane, la temperatura al centro di queste si ridurrebbe anche di 12 gradi.

I tetti verdi sono importanti anche nell'ambito della gestione locale del recupero delle acque piovane: le "coperture a verde", se opportunamente progettate possono filtrare gran parte degli inquinanti presenti nelle acque meteoriche e hanno anche un effetto di



Figura 9 – Differenti esempi di progettazione delle rotonde: da sx, Zona Industriale di Bari-Modugno rotonda pavimentata (sono presenti fontane a getto in manutenzione al momento dello scatto) e rotonda con vegetazione spontanea e pavimentazione perimetrale, foto degli autori; rotonda stradale "Mayr Nusser" a basso livello di manutenzione con graminacee perenni, sassi e telo pacciamante. Fonte [www.harpo-group.com](http://www.harpo-group.com).

Come accennato in precedenza l'obiettivo di una corretta progettazione di edifici e infrastrutture è quello di migliorare la qualità della vita attraverso soluzioni che riducano globalmente l'impatto delle azioni umane su tutte le matrici ambientali.

È importante sottolineare che tale strategia complessiva assume svariate declinazioni. Dal corretto dimensionamento e collocazione dei manufatti, che si traduce in una drastica riduzione dei fattori di rischio geologico s.l. ma anche nel rispetto della naturalità di aree ecologicamente funzionali quali quelle di scorrimento delle acque superficiali, ad altre scelte progettuali quali, ad

ai pannelli di altro materiale trasparente o riflettente, con l'obiettivo di ridurre la mortalità per impatto dell'avifauna; nidi artificiali,

laminazione delle portate in arrivo alle reti di fogna bianca in occasione di eventi meteorici intensi.



Figura 10 – Esempi schematici di climatizzazione di edifici con fonte geotermica a bassa entalpia. Fonte: [www.aisolutions.eu](http://www.aisolutions.eu); [www.ideaenergetica.it/Geotermia](http://www.ideaenergetica.it/Geotermia).

## 5. LA LEGGE REGIONALE “TUTELA E VALORIZZAZIONE DEL PATRIMONIO GEOLOGICO E SPELEOLOGICO”

Si è detto più volte nel corso del testo dell'importanza della conoscenza, della tutela e della valorizzazione della geodiversità urbana quali passi fondamentali per la conservazione della biodiversità e per il miglioramento della qualità della vita. La regione Puglia, con la Legge Regionale n. 33 del 4 dicembre 2009 “Tutela e valorizzazione del patrimonio geologico e speleologico”, si è dotata di un importante strumento legislativo in tal senso, che offre particolari occasioni di qualificazione e di salvaguardia delle evidenze geologiche in area urbana, spesso trascurati dalle precedenti normative di settore. La norma si innesta nel generale riconoscimento del valore intrinseco del paesaggio e delle forme geologiche avvenuto a livello internazionale con la Raccomandazione Rec(2004)3, adottata dal Comitato dei Ministri del Consiglio d'Europa il 5 maggio 2004, sulla conservazione del patrimonio geologico e delle aree di speciale interesse geologico.

In Puglia sono presenti innumerevoli siti di notevole interesse geologico s.l. e conservazionistico e alcuni di essi offrono occasioni per lo sviluppo di attività di fruizione sostenibile: affioramenti di valore stratigrafico, sedimentologico, strutturale, paleontologico, mineralogico, petrografico, idrogeologico; elementi morfologici quali doline, inghiottitoi, campi carreggiati, rupi, gravine, lame, forre; estese aree interessate da processi carsici che all'interesse scientifico-speleologico associano la ben nota importanza per la salvaguardia quali-quantitativa delle risorse idriche.

Tali luoghi caratterizzano il territorio pugliese richiedendo, come in precedenza evidenziato, ad ogni fruitore o produttore di paesaggio di porre attenzione al loro valore ed alla “quarta dimensione”, il sottosuolo, ben nota ad addetti ai lavori e appassionati ma spesso trascurata in sede di pianificazione e progettazione. Di qui la necessità di censire tali beni ed individuarli come “Patrimonio” di pubblico interesse per la Regione esplicitata nella L.R. 33/09.

La norma citata intende per “speleologia”, il complesso delle attività di studio e di esplorazione delle cavità naturali e artificiali e dei fenomeni naturali e culturali in esse osservabili e per patrimonio speleologico l'insieme dei luoghi ove queste attività possono aver luogo; il “patrimonio geologico” della Regione, è invece inteso come “l'insieme dei luoghi e delle singolarità ove sono conservate importanti testimonianze della storia e dell'evoluzione geologica, geomorfologica, idrogeologica e pedologica del territorio regionale”. L'insieme di questi siti rappresenta il Patrimonio Geologico e Speleologico che la

Legge Regionale si propone di tutelare e valorizzare.

Due aspetti chiave della norma sono rappresentati dal riconoscimento di due fondamentali relazioni: geodiversità-biodiversità e geodiversità-uomo.

Il profondo legame tra “geodiversità” e “biodiversità”, tra la natura geologica del territorio e i valori naturalistici ed ecologici ad essa collegati, è evidente se si pensa, ad esempio, che la ricchezza di ambienti naturali e habitat, gran parte dei quali sono ora sottoposti a tutela nell'ambito della Rete Natura 2000 della Regione Puglia (Direttiva “Habitat” n. 43 del 1992 dell'Unione Europea) sono il risultato dell'evoluzione geologica delle aree in cui essi sono localizzati.

L'uomo, inoltre, nella sua veste di agente geologico, di produttore di paesaggio, si è innestato nella storia evolutiva del territorio lasciando “segni” che meritano di essere a volte preservati ed evidenziati, a volte ridisegnati, a volte cancellati.

Il Patrimonio geologico e quello ipogeo naturale e artificiale rappresentano infatti anche la testimonianza del lunghissimo rapporto tra uomo e risorse geologiche e tra uomo e rischio geologico.

Gli elementi del patrimonio geologico e speleologico regionale, siano essi affioramenti, evidenze geomorfologiche, grotte, cavità artificiali, ecc., hanno estensioni estremamente variabili e nella maggior parte dei casi sono sprovvisti di specifiche forme di tutela. Ciò è vero in particolare per i beni geologici e le cavità artificiali. La speleologia in Puglia è infatti già da tempo regolamentata dalla Legge Regionale n. 32 del 3 ottobre 1986, che peraltro aveva istituito il Catasto regionale delle grotte e delle aree carsiche. I progetti di accatastamento delle grotte sinora condotti, tuttavia, hanno consentito di sistematizzare le conoscenze relative a meno di un terzo delle oltre 2000 grotte naturali segnalate sul territorio pugliese e, ad oggi, non esiste un censimento organico delle cavità artificiali; il censimento del patrimonio geologico regionale, ed in particolare dei geositi, non è invece mai stato avviato. A tali lacune conoscitive si è pensato di sopperire con la Legge citata e, in particolare, con le prime attività legate all'attuazione della L.R. 33/09 che prevedono il completamento del censimento del patrimonio speleologico e l'avvio della ricognizione del patrimonio geologico attraverso un primo censimento dei geositi individuabili nella regione.

### CONCLUSIONI

Il recupero di elementi di naturalità nei contesti urbani rappresenta uno degli step fondamentali per il miglioramento della qualità della vita nelle città. La conoscenza

degli aspetti connessi alla biodiversità ed alla geodiversità del territorio deve consentire di attuare scelte che si distacchino dalla imposizione di artificialità che ha condotto alla proliferazione di aree antropizzate poco o per nulla sostenibili. Una nuova sfida per i progettisti e per i decisori è quella di tutelare e ripristinare l'integrità ecosistemica e la permeabilità ambientale nelle città, preservando i lembi residui di naturalità ed incrementandone la presenza e la connessione, ovvero per strutturare reti ecologiche.

La realizzazione delle reti ecologiche non richiede ingenti investimenti dedicati, esse possono essere infatti costruite in maniera incrementale, adottando criteri specifici man mano che si realizzano le trasformazioni sul territorio (piani, infrastrutture, edifici, interventi di riqualificazione, bonifiche, ecc.).

In tale ottica è importante orientare le azioni che prevedono investimenti per il recupero di aree degradate: le attività che hanno trasformato in senso negativo il territorio possono rappresentare di fatto una occasione per trasformarlo in senso positivo. Il ripristino dei siti estrattivi, la dismissione delle discariche, la bonifica di siti inquinati sono infatti interventi che costituiscono una occasione di riqualificazione di porzioni di territorio nell'ottica della costruzione di una Rete Ecologica che raggiunga le aree a forte antropizzazione.

L'integrazione ambientale nella progettazione e nella pianificazione non comporta generalmente apprezzabili aumenti dei costi e garantisce nel contempo risultati immediatamente percepibili e consente la riappropriazione da parte della popolazione urbana di contesti di elevato pregio ambientale. L'efficacia di una tale strategia dipende dalla conoscenza e dall'attenzione dedicata agli aspetti ecologici e da una forte integrazione con le politiche di settore.

Per la conservazione della biodiversità e per il miglioramento della qualità della vita nei contesti urbani assumono un ruolo fondamentale la conoscenza, la tutela e la valorizzazione della geodiversità urbana, elementi importanti della recente Legge Regionale n. 33 del 4 dicembre 2009 “Tutela e valorizzazione del patrimonio geologico e speleologico”. La norma evidenzia l'interesse del legislatore verso la realizzazione di interventi di qualificazione e di salvaguardia delle evidenze geologiche in area urbana, spesso trascurati dalle precedenti normative di settore, e verso iniziative di diffusione di una nuova sensibilità nei confronti delle peculiarità geologiche del nostro territorio, anch'esse intese come elementi qualificanti per la qualità della vita al pari, ad esempio, della qualità di aria e acqua e della ricchezza di fauna e vegetazione.

# Il sito contaminato da amianto Bari-Fibronit

## Un quadro aggiornato delle conoscenze

VINCENZO CAMPANARO (1)  
v.campanaro@comune.bari.it

GIORGIA TREVISAN (2)

VITANGELA ZACCARIA (2)

(1) Ripartizione Tutela dell'Ambiente Comune di Bari

(2) Libero professionista

### 1. PREMESSA

L'ex stabilimento Fibronit è un sito industriale dismesso dove si sono prodotti manufatti contenenti amianto per circa 50 anni, dal 1933 al 1985.

È ubicato in zona urbana densamente abitata ed occupa una superficie estesa oltre 10 ha, compresa tra via Caldarola, la sede ferroviaria delle Ferrovie Sud Est, il sovrappasso Padre Pio ed aree di proprietà privata (Fig. 1).



Figura 1 – Individuazione del sito inquinato di interesse nazionale Bari-Fibronit.

Cessata la produzione lo stabilimento è stato abbandonato andando incontro a un progressivo degrado e costituendo potenziale fonte di dispersione di amianto in atmosfera.

Con d.m. Ambiente n. 468/2001 il sito è stato inserito nell'elenco dei siti inquinati di interesse nazionale. La perimetrazione è stata stabilita con d.m. Ambiente 08/07/2002.

Nell'ambito della procedura di bonifica, attivata in vigore del d.m. Ambiente n. 471/1999, è stato approvato ed attuato il Piano di Caratterizzazione.

Il sito è stato oggetto di lavori di messa in sicurezza di emergenza da parte del Comune di Bari e del Commissario delegato per l'emergenza ambientale in Puglia.

Dopo la messa in sicurezza di emergenza, avviata nel novembre 2005 e conclusa nel giugno 2008, nel sito sono rimasti solo pareti verticali in muratura, strutture in calcestruzzo armato e relative fondazioni. Tutto quanto posto fuori terra è stato bonificato (Campanaro, 2007).

### MODIFICAZIONI DEL TERRITORIO

La superficie topografica originaria del sito ha subito modificazioni in seguito

all'aumento dell'attività produttiva dello stabilimento, in particolare negli anni '60 e '70 del secolo scorso. Per ridurre i dislivelli, alcune aree sono state spianate, altre, quelle più depresse (zona Nord), colmate con sfridi e scarti di lavorazione (Fiore *et al.*, 1996, 1997). Quest'ultima area, al confine con via Caldarola, è stata riempita per una quota di 3-4 m ed attualmente risulta sopraelevata rispetto al piano stradale di circa 1,5-2,0 m (Fiore *et al.*, 1997; Pagliarulo *et al.*, 2006).

Il materiale di riporto contiene amianto in quanto costituito prevalentemente da fanghi di lavorazione e cocci di scarto. Questi materiali, sia in matrice cementizia compatta sia in forma friabile, interessano l'intera area Fibronit, fino a 7 m di profondità (Fiore *et al.*, 1997; Pagliarulo *et al.*, 2004, 2006). In tutto il sito, anche al di sotto dei capannoni, sono presenti numerosi cunicoli e vasche interrate dove pure vi è presenza di amianto.

### LA STRUMENTAZIONE URBANISTICA

L'Amministrazione comunale ha adottato, con delibera di Consiglio comunale n. 55 del 02/05/2005 una specifica variante al P.R.G. riguardante le ex-officine Fibronit per la ripitizzazione dell'area da "Zona per attività terziarie" a "Verde pubblico di tipo B – verde di quartiere".

### LAVORI ESEGUITI

#### INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA

L'Amministrazione comunale di Bari ha eseguito, come detto, i lavori di messa in sicurezza di emergenza sinteticamente di seguito elencati (per individuazione aree/manufatti cfr. Fig. 2):

- monitoraggio ambientale;

- messa in sicurezza dei pozzetti di fogna e ispezione;
- allestimento dell'area di deposito temporaneo dei rifiuti-capannone A1;
- bonifica capannoni C, D, F-G, E-H, I e Z;
- realizzazione dell'impianto di depurazione delle acque di prima pioggia;
- caratterizzazione intonaci;
- smontaggio di lastre in cemento-amianto impiegate come copertura, sia lastra semplice che doppia;
- trattamento diserbante;
- smaltimento manufatti in cemento amianto in genere;
- rimozione solaio capannone H1;
- incapsulamento aree esterne già trattate con stabilizzato, imposizione di telo in tessuto non tessuto, zavorramento e posa di ulteriori 20 cm di stabilizzato;
- rimozione strutture portanti in legno;
- smaltimento rifiuti presenti nei capannoni, come rifiuti contenenti amianto;
- smaltimento rifiuti provenienti da bonifica intercapedine lastre copertura capannone E e dalla bonifica del solaio capannone H.

### INDAGINI AMBIENTALI DI CARATTERIZZAZIONE

L'area è stata oggetto di varie campagne di caratterizzazione ambientale con piano approvato dal Ministero dell'Ambiente e successivamente attuato.

Di seguito si fornisce una sintesi sulle attività di caratterizzazione svolte nell'anno 2004:

#### Sondaggi

In tutto sono stati eseguiti n. 54 sondaggi (sonda meccanica tipo macro probe) da



Figura 2 – Planimetria generale del sito inquinato di interesse nazionale Bari-Fibronit – area Nord, interessata dalla presenza dei manufatti ove si svolgeva l'attività produttiva.

ciascuno dei quali sono stati prelevati n. 5 campioni di terreno, suddivisi come segue:

- n. 3 campioni finalizzati alla ricerca dell'amianto;
- n. 2 campioni finalizzati all'individuazione di eventuali altri inquinanti.

In tutto sono stati prelevati n. 270 campioni. La presenza di amianto in fibre libere è risultata quasi sempre inferiore all'1%. Si rilevò diffusamente presenza di riporto con residui/frammenti, particolarmente approfondito nella zona Nord (discarica). In 5 punti di campionamento sotto i riporti si è evidenziata presenza di amianto.

L'analisi dei metalli ha evidenziato che nessuno dei campioni di terreno, né sotto riporto né a fondo scavo, superava i limiti normativi.

#### Piezometri

Nel complesso sono stati realizzati n. 4 piezometri per il prelievo di campioni di acqua di falda.

I risultati delle analisi indicano presenza di amianto in un solo piezometro con un valore inferiore a 0,5 fibre/litro (ben inferiore al valore di 100.000 fibre/litro, indicato come valore limite di "rischio" a seguito di talune ricerche epidemiologiche e delle indicazioni fornite dal Ministero dell'Ambiente). Non fu rilevata presenza di altri inquinanti.

#### Campionamento nei cunicoli e nelle vasche interrato

Sono stati prelevati campioni di sedimento all'interno dei cunicoli e di alcune vasche interrato. Nei liquidi prelevati è stata rilevata la presenza diffusa di fibre di amianto la cui concentrazione è risultata di molto superiore rispetto ai limiti di riferimento (d.lgs. 114/1995).

#### Intonaci e murature

Durante i lavori di messa in sicurezza d'emergenza si è proceduto con il campionamento, mediante scalfittura, degli intonaci delle pareti esterne ed interne degli edifici, al fine di attestare la presenza o meno di amianto.

Le indagini hanno previsto il prelievo di n. 70 campioni. Le analisi effettuate non riscontrarono presenza di amianto.

Successivamente il Ministero dell'Ambiente ha richiesto l'esecuzione di indagini integrative, con lo scopo di:

- infittire/completare la maglia d'indagine;
- ricercare i metalli anche negli strati di riporto e non solo nel terreno naturale;
- quantificare più esattamente l'estensione superficiale della contaminazione.

Dell'esito delle indagini ambientali più recenti si riferisce sommariamente nel seguente paragrafo.

#### PIANO DELLE INDAGINI DI CARATTERIZZAZIONE INTEGRATIVA

Le attività specificate nel Piano integrativo hanno previsto il completamento della caratterizzazione ambientale dell'area ex Fibronit mediante integrazione del numero di pozzi spia esterni (piezometri), con l'esecuzione di un pozzo a monte ed uno a valle lungo la ipotizzata direzione di flusso (Tedesì *et al.*, 2010).

Nello specifico, le indagini integrative (Fig. 3) sono consistite in:

#### Sondaggi ambientali

- n. 27 sondaggi ambientali di cui n. 2 attrezzati a piezometro nell'area Fibronit;
- n. 9 sondaggi ambientali di cui n. 4 nell'area ENEL e n. 5 nell'area TERNA;



Figura 3 – Ubicazione dei piezometri e dei sondaggi integrativi.

#### Campionamento dei terreni nei sondaggi

- n. 3 campioni per ciascuno dei 27 sondaggi ambientali eseguiti nell'anno 2009 (ad eccezione di un solo sondaggio, in cui sono stati prelevati 4 campioni), prelevati direttamente *in situ* dai tecnici ARPA Puglia a varie profondità, ai fini della ricerca di eventuali superamenti dei limiti di legge.

Le analisi chimiche effettuate in questa seconda campagna di indagini hanno evidenziato superamenti del limite di legge per l'amianto:

- in n. 5 campioni del riporto superficiale sulle carote relative alla caratterizzazione dell'anno 2004;
- in n. 15 campioni di terreni prelevati dalle carote dei nuovi sondaggi.

L'analisi di altri parametri ha evidenziato alcuni superamenti dei limiti per Sn, Be, Cd, Ni, As, Idrocarburi pesanti (C>12), Benzo(a)pirene.

#### Piezometri

- n. 5 sondaggi nell'area Fibronit, attrezzati a piezometro di cui 2 utilizzati per sondaggi ambientali, tutti della profondità di 20 m eccetto uno, spinto fino a 9 m;
- n. 6 sondaggi attrezzati a piezometri di cui n. 3 nell'area ENEL e n. 3 nell'area TERNA.

#### Campionamento delle acque di falda

La campagna di campionamento delle acque di falda è stata eseguita nei seguenti piezometri:

- n. 4 piezometri esistenti;
- n. 5 piezometri di nuova realizzazione.

Le analisi effettuate, anche in questa campagna hanno rivelato la presenza di

amianto in fibre in concentrazione inferiore alle 0,5 fibre/litro, ben al di sotto del valore di 100.000 fibre/litro, indicato come valore limite di "rischio".

Si è rilevato il superamento dei limiti d.lgs. 152/2006 per triclorometano, tribromometano, dibromoclorometano, bromodichlorometano, triclorometano, tetracoloretilene.

#### Sondaggi geotecnici

- Esecuzione di n. 10 Sondaggi Geotecnici a rotazione eseguiti a carotaggio continuo a secco, della profondità di 10,00 m;
- esecuzione di n. 15 S.P.T. a varie profondità nei sondaggi geotecnici;
- prelievo di n. 17 Campioni rimaneggiati, sottoposti ad analisi geotecniche;

- esecuzione di n. 17 prove di permeabilità tipo Lefranc;
- esecuzione di n. 58 prove penetrometriche SCPT.

#### Campionamento dei terreni per analisi geotecniche

Nell'ambito della campagna di indagini finalizzata alla conoscenza delle caratteristiche geotecniche del sottosuolo del sito Fibronit è stato effettuato il prelievo di n. 17 campioni rimaneggiati (un campione per sondaggio geotecnico), da sottoporre ad analisi geotecniche di laboratorio.

#### Campionamento murature malte interstiziali delle murature degli edifici per completamento verifica assenza di amianto

Si è proceduto da parte di tecnici ARPA all'esecuzione di un'ulteriore campagna di campionamento ed analisi degli intonaci e delle malte interstiziali, suddivisa in n. 5 fasi, effettuata nelle seguenti date:

- 03/06/2009 (n. 11 campioni – padiglioni C-D-E-F-muro ex capannone Z);
- 15/9/2009 (n. 13 campioni – padiglioni C-D-E-F-muro ex capannone Z);
- 15/01/2010 (rifacimento di n. 7 campioni in n. 6 punti di campionamento già effettuati nelle precedenti campagne);
- 30/04/2010 (n. 21 campioni – silos e padiglioni C);
- 19/05/2010 (n. 3 campioni – torrino).

Le risultanze delle indagini effettuate da ARPA hanno evidenziato la presenza di amianto in n. 27 campioni sul totale di 48,

con distribuzione della presenza di fibre sulle murature e sulle malte interstiziali pressoché su tutti gli edifici.

Le diverse campagne di caratterizzazione eseguite hanno evidenziato una generalizzata e diffusa presenza di riporti contaminati da frammenti e fibre di amianto. Nei terreni al di sotto dei riporti è stata riscontrata presenza di amianto solo in alcuni punti, mentre è stata esclusa la contaminazione di amianto nelle acque di falda.

Di seguito viene riportata la suddivisione delle aree per tipologia e le relative percentuali rispetto al totale (Tab. 1, Figg. 4 e 5).

Le aree contaminate da amianto saranno oggetto di messa in sicurezza permanente mediante isolamento laterale e superficiale in modo da confinare i rifiuti contenenti amianto. Tale copertura consentirà l'isolamento completo e definitivo rispetto all'ambiente esterno.

centralità del valore della memoria del sacrificio delle vittime causate dall'impiego del minerale cancerogeno.

Per il parco è stato già redatto studio di fattibilità dallo stesso gruppo di progettazione dell'intervento di messa in sicurezza permanente. In tal modo si è inteso sin dall'origine armonizzare le scelte della fase di realizzazione del parco con quelle proprie della bonifica del sito.

**Tabella 1 – Estensione delle aree in funzione della tipologia**

Tipologia area	Colore	m <sup>2</sup>	%
Aree uso verde pubblico contaminate da amianto	Rosso	55.306	37,7
Aree uso verde pubblico non contaminate da amianto ma con presenza frammenti m.c.a.	Verde barrato	8.940	6,1
Aree uso verde pubblico non contaminate da amianto e senza presenza frammenti m.c.a.	Verde	54.379	37,1
Aree uso commerciale-industriale non contaminate senza presenza m.c.a.	Verde	27.980	19,1
<b>Superficie totale</b>		<b>146.605</b>	<b>100,0</b>

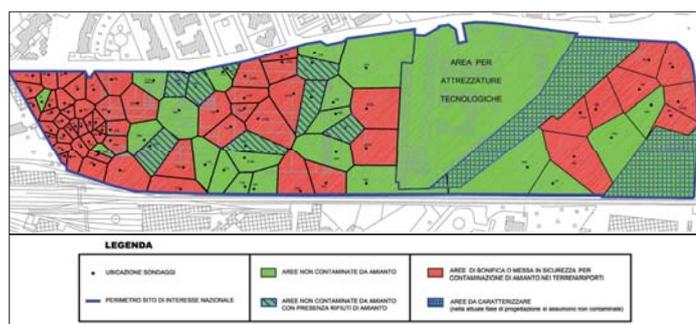


Figura 5 – Rappresentazione delle aree non contaminate (in bianco) desunta dall'impiego dei poligoni di Thiessen. Per il suolo superficiale e per il suolo profondo.

Figura 4 – Planimetria sito con individuazione superfici contaminate/non contaminate (poligoni di Thiessen).

Inoltre, sulla base della caratterizzazione effettuata relativamente a murature ed intonaci, anche i capannoni e le strutture fuori terra presenti sul sito sono risultati diffusamente contaminati da fibre di amianto, imponendo conseguenti misure di sicurezza in fase di demolizione.

#### OBIETTIVI DEL PROGETTO

Gli obiettivi del progetto di bonifica sono quelli di rendere il sito fruibile in funzione della destinazione d'uso prevista dalla normativa ambientale vigente tenuto conto dello stato di contaminazione emerso.

Come sopra detto in base alla delibera di Consiglio comunale n. 55 del 02/05/2005, l'area ha assunto la destinazione d'uso "verde pubblico di tipo B – verde di quartiere", ad eccezione dell'area ENEL-TERNA, che ha mantenuto l'originaria destinazione per attrezzature tecnologiche.

Per rappresentare l'estensione areale dei riporti contaminati da amianto, tutti i risultati delle indagini di caratterizzazione sono stati elaborati applicando il metodo dei poligoni di Thiessen, associando ad ogni punto di sondaggio l'area di influenza dello stesso, considerando la distanza media dai punti circostanti. In questa maniera è stato possibile calcolare le superfici associate ad ogni punto di indagine.

Nelle aree in cui è stata evidenziata la presenza di frammenti/rifiuti di materiali contenenti amianto, ma in cui le analisi chimiche dei campioni di terreni/riporti non hanno rilevato contaminazione di amianto è stata prevista la rimozione selettiva dei rifiuti presenti.

#### INTERVENTI PREVISTI

Di seguito si elencano gli interventi di messa in sicurezza permanente:

- demolizione edifici in aria confinata previa realizzazione di volumi di confinamento;
- realizzazione di volume di confinamento delle macerie contaminate;
- asportazione di terreni contaminati da sostanze diverse dall'amianto (*hot spot*);
- confinamento vani interrati/sottoservizi;
- realizzazione confinamenti laterali sotterranei;
- realizzazione murature perimetrali di contenimento;
- realizzazione copertura/impermeabilizzazione superficiale finale.

#### PROSPETTIVE DI IMPIEGO FUTURO DELL'AREA

La prospettiva di impiego del sito, una volta portate a termine le attività di messa in sicurezza permanente, è quella di realizzare un parco urbano da rendere fruibile alla cittadinanza e nel quale sia manifestata la

#### BIBLIOGRAFIA

- CAMPANARO V. (2007), *Fibronit ed impatto ambientale*. Atti del Convegno Nazionale: La formazione e la comunicazione: aspetti legislativi, metodologici e gestionali. CNR – Servizio di Prevenzione e Protezione.
- FIORE A., MORETTI M., VALLETTA S. (1996), *Le problematiche connesse alla bonifica dei siti dismessi per la lavorazione dell'amianto*. "Geologia dell'Ambiente", Periodico della Società Italiana di Geologia Ambientale (SIGEA), n. 4/1996.
- FIORE A., MORETTI M., PAGLIONICO A., VALLETTA S., WALSH N. (1997), *Le problematiche connesse alla bonifica dei siti dismessi per la lavorazione dell'amianto: il caso dell'ex stabilimento Fibronit di Bari*. "Inquinamento", XII, 34-42.
- PAGLIARULO R., REINA A., TRIZZINO R., VALLETTA S. (2006), *Analisi delle modificazioni al territorio connesse ai siti inquinati in territori urbani (brownfields): il caso dell'ex Fibronit di Bari*. "Giornale di Geologia Applicata" V. 4, pp. 201-205.
- PAGLIARULO R., TRIZZINO R., TROTTA M., VALLETTA S. (2004), *La fabbrica inquinata*. In *Studio di fattibilità per progetto di un parco sul sito ex-Fibronit di Bari*. Continuità. Rassegna tecnica pugliese, 12-15.
- TEDESI C., ADAMO S., SELICATO F., DELL'OLIO M. (2010), *Progetto degli interventi di messa in sicurezza permanente: Sito di interesse nazionale "ex Fibronit"*. Agli atti della Ripartizione Tutela dell'Ambiente Comune di Bari.

## 1. PREMESSA

La particolare costituzione geologica dell'area barese, caratterizzata da rocce calcaree interessate dal carsismo e dalla presenza di una cospicua falda idrica utilizzata dall'uomo per i più svariati scopi (irriguo, industriale ecc.), rende questo territorio ad alta vulnerabilità ambientale. Sin dal secolo scorso nella città di Bari si sono avvicendate attività impattanti che si sono rivelate fonte di contaminazione del suolo e delle acque sotterranee, costituendo un serio pericolo per la salute pubblica (Fig. 1).

Alcune tra le aree a maggiore criticità ambientale sono legate alla presenza di vecchi siti industriali dismessi che, con il tempo, sono diventati parte di quartieri densamente popolati, come una ex raffineria, una ex fabbrica di prodotti in cemento-amianto e un ex gasometro.

## 2. CARATTERI GEOLOGICI

### 2.1 I TERRENI AFFIORANTI

Il territorio di Bari fa parte del più ampio contesto geologico del settore adriatico dell'area murgiana. Le Murge rappresentano una parte della potente successione carbonatica mesozoica della Piattaforma Apula. Il substrato geologico è costituito da depositi marini calcarei del Cretaceo, caratterizzati da una marcata uniformità litologica; le successioni sono di norma ben stratificate formate da un'alternanza irregolare di calcari micritici, calcilutiti, calcareniti, dolomie e calcari dolomitici, variamente interessati da fratturazione e carsismo.

Sulle rocce cretacee poggiano lembi di calcareniti marine del Pleistocene inferiore (Gelasiano-Calabriano), fossilifere, a grana variabile da fine a grossolana, porose e variamente cementate, riferibili alla formazione

di breve durata; nella nuova cartografia geologica in scala 1:50.000 (Sabato et al., 2010; Pieri et al., in stampa) questi depositi, che costituiscono una coltre spesso alcuni metri, vengono raggruppati nel Supersistema delle Murge, costituito da: Sintema di Carbonara (Pleistocene medio-superiore), Sintema di San Pasquale (Pleistocene superiore) e Sintema di San Girolamo (Pleistocene superiore).

La successione stratigrafica è chiusa da sedimenti continentali del Pleistocene superiore e dell'Olocene. Questi, di esiguo spessore, si trovano nel letto dei solchi erosivi; sono depositi ghiaiosi alluvionali in matrice siltoso-sabbiosa di colore rossastro e terre rosse residuali.

### 2.2 ASSETTO TETTONICO

Le rocce mesozoiche formano un'estesa monoclinale con immersione degli strati a S-SW. Le principali strutture disgiuntive sono rappresentate da due sistemi di faglie principali, orientati l'uno lungo la direttrice appenninica e l'altro in direzione antiappenninica. Queste scompongono il substrato carbonatico in più blocchi, determinando un esteso horst asimmetrico. Le strutture minori sono rappresentate da pieghe blande e da faglie di con minimo rigetto, oggi non più attive.

### 2.3 MORFOLOGIA

Gli aspetti morfologici dell'area di Bari sono in stretta relazione con la composizione litologica e l'assetto strutturale dei terreni affioranti. I principali lineamenti morfologici sono rappresentati da ampi ripiani di abrasione marina che digradano verso mare mediante una serie di gradini riferiti dagli autori ad antiche linee di costa (Ciaranfi et al., 1988). In epoche geologiche precedenti all'attuale su questi ripiani si è impostato un fitto reticolo idrografico che a luoghi presenta un'evidente organizzazione gerarchica. Questo è costituito da brevi corsi d'acqua (noti con il termine locale di *lame*), effimeri e a regime torrentizio.

L'altro elemento caratterizzante la morfologia delle Murge sud-orientali è il carsismo che qui si manifesta soprattutto con doline ed inghiottitoi che favoriscono una rapida infil-



Figura 1 – Foto aerea dell'area di Bari, in rosso sono evidenziati i siti contaminati di maggiore estensione.

Altre aree sono risultate contaminate perchè utilizzate come luoghi di discarica dei prodotti di risulta delle lavorazioni per la produzione di manufatti contenenti amianto, come il litorale a Sud Est della città (oggi messo in sicurezza). Il panorama inquinologico barese è altresì aggravato dalle evidenze di contaminazione della falda, soprattutto al di sotto di una vasta area tra gli abitati di Bari e Modugno.

nota in letteratura con il nome di Calcarenite di Gravina. Questi depositi costituiscono una copertura, di una certa continuità, che in alcune aree raggiunge lo spessore massimo di una ventina di metri.

Al di sopra delle calcareniti pleistoceniche affiorano corpi sabbiosi, siltoso-argillosi, calcarenitici e calcilutitici di età compresa tra il Pleistocene medio ed il Pleistocene superiore e riferibili a più eventi sedimentari

trazione delle acque di pioggia. La variabilità delle manifestazioni carsiche, epigee ed ipogee, dipende anche dalla natura e dal grado di fratturazione delle rocce calcaree.

#### 2.4 IDROGEOLOGIA

In tutto il settore adriatico murgiano le rocce calcareo-dolomitiche di età cretacea, permeabili per fessurazione e carsismo, costituiscono un acquifero di notevole potenzialità e spessore.

Le modalità di esistenza e di circolazione di questa falda, essendo legate essenzialmente allo stato di fratturazione e carsificazione delle rocce, possono variare notevolmente anche in breve spazio, di modo che talvolta l'acquifero si rinviene in pressione al di sotto del livello del mare (come di frequente accade nelle aree interne), mentre in prossimità della costa si rinviene a pelo libero. La base dell'acquifero è indefinita in quanto rappresentata da livelli delle stesse rocce calcareo-dolomitiche che con la profondità presentano un grado di fratturazione, porosità d'insieme e permeabilità via via decrescente. Al di sotto dello strato di acqua dolce si rinviene l'acqua marina di intrusione continentale; lo spessore della falda aumenta procedendo dalla costa verso l'interno.

### 3. SITI CONTAMINATI IN PUGLIA – VERSO UNA BANCA DATI REGIONALE

Con l'approvazione del D. Lgs. 152/06 le competenze in materia di bonifiche sono state trasferite alle Regioni.

La Segreteria Tecnica Bonifiche del Servizio regionale Ciclo dei Rifiuti e Bonifica, costituita a partire dal novembre 2006, ha provveduto, tra l'altro, a compilare un database dei siti potenzialmente contaminati rilevati sul territorio regionale.

#### 3.1 SITI DI INTERESSE REGIONALE

L'elenco dei siti potenzialmente contaminati comprende sia i siti per i quali sono stati erogati finanziamenti pubblici che siti le cui azioni di intervento sono state sostenute da risorse private. Questo elenco, al momento incompleto, comprende tutti i siti su cui si è intervenuto a partire da quella data fino al maggio 2009; i siti il cui stato di contaminazione è stato accertato in epoche precedenti al 2006 vengono di volta in volta inseriti a ritroso nel tempo. Continuano a rimanere in elenco anche quei siti per i quali si è chiuso il procedimento di messa in sicurezza/bonifica/ripristino. Sono esclusi dall'elenco quei siti di ridotte dimensioni (alcuni m<sup>2</sup>) sui quali lo stato ambientale viene ripristinato nel giro di alcune ore o giorni dal verificarsi dell'evento di contaminazione; per questa tipologia di siti esiste un elenco speciale che viene periodicamente aggiornato.

La tabella I riassume la situazione al maggio 2009; i siti potenzialmente contaminati sono elencati per tipologia. Le discariche e le stazioni di servizio sono quelli censiti in maggior numero.

**Tabella I – Siti contaminati censiti in Puglia**

Tipologia sito	n. siti
Abbandono/discarica abusiva	64
Discarica	93
Distributore di carburanti	94
Incidente	15
Sito industriale	56
<b>Totale</b>	<b>322</b>

È da rimarcare che la tabella I è un mero elenco, del tutto incompleto ed in continua evoluzione, del numero assoluto di siti contaminati e non tiene conto dell'estensione dell'area interessata dall'inquinamento. Infatti, la contaminazione riscontrata in un singolo distributore di carburanti difficilmente costituisce una criticità ambientale paragonabile (anche solo per dimensioni) a quella di frequente riscontrata su siti di tipo industriale. Inoltre, gli effetti provocati da limitati abbandoni di rifiuti in luoghi non deputati a questo tipo di attività (nella grande maggioranza dei casi si tratta di materiale inerte) in genere non hanno una risonanza paragonabile alle altre tipologie di contaminazione.

#### 3.2 SITI OGGETTO DI INFRAZIONE COMUNITARIA

Nel 2001 il Corpo Forestale dello Stato ha svolto sull'intero territorio nazionale un censimento delle aree in cui si era verificato il reiterato abbandono di rifiuti o dei siti adibiti a discariche incontrollate non bonificate o non messe in sicurezza al momento della cessazione del conferimento dei rifiuti; sul territorio pugliese sono stati censite circa 1200 aree degradate. Il censimento ha determinato l'avvio, nei confronti dello Stato italiano, della procedura d'infrazione comunitaria n. 2003/2077, ai sensi dell'art. 228 del Trattato – causa C – 135/05.

Per far fronte alla situazione di degrado, nel marzo 2007 la Regione Puglia ha sottoscritto un Accordo di Programma Quadro di Tutela Ambientale con le forze dell'ordine (Guardia di Finanza, Corpo Forestale dello Stato e Carabinieri del NOE), l'ARPA Puglia e l'Istituto di Ricerca Sulle Acque del CNR (CNR-IRSA). Scopo principale dell'accordo è l'aggiornamento continuo dello stato dell'ambiente sul territorio regionale, con la finalità di porre in essere interventi volti al recupero degli ecosistemi ed al ripristino ambientale dei siti inquinati nel segno della prevenzione e della deterrenza. Le attività dei soggetti

firmatari dell'accordo hanno portato a circoscrivere a 605 il numero delle situazioni di degrado censite dal Corpo Forestale nel 2001. Nel 2009 il numero residuo dei siti oggetto della procedura di infrazione risultava essere 60. Al fine di procedere con urgenza alla risoluzione della procedura d'infrazione e quindi di scongiurare la sentenza di condanna (con conseguenti aggravati economici per la Regione), fermo il principio "chi inquina paga" e fatte salve le assunzioni formali degli oneri di bonifica da parte del responsabile del degrado, la Regione Puglia ha ritenuto di dover finanziare le operazioni di ripristino erogando fondi in favore delle Amministrazioni comunali competenti per territorio.

La tabella II mostra la distribuzione, su base provinciale, dei 60 siti interessati dalla procedura di infrazione. Al momento della stesura di questo testo, in gran parte dei siti risultano ripristinate le condizioni iniziali. Per alcuni grandi abbandoni le modalità di caratterizzazione del materiale abusivamente abbancato sono state definite in sede di tavolo tecnico; per tutte le ex discariche i piani di caratterizzazione ambientale sono stati approvati in sede di conferenza dei servizi.

**Tabella II – Siti oggetto di procedura di infrazione comunitaria sul territorio pugliese**

Provincia	n. siti
Bari	37
Barletta-Andria-Trani	4
Brindisi	5
Foggia	7
Lecce	7
Taranto	0
<b>Totale</b>	<b>60</b>

#### 3.3 SITI DI INTERESSE NAZIONALE

I siti di interesse nazionale (SIN) sono siti che rivestono una grande rilevanza ambientale sia per l'ampiezza delle superfici interessate che per le tipologie di contaminazione presenti. Su questi siti le operazioni di bonifica sono direttamente coordinate dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, con il supporto tecnico dell'ISPRA, dell'Istituto Superiore di Sanità, dell'ENEA e delle ARPA competenti per territorio.

I siti di interesse nazionale pugliesi sono quattro:

- Manfredonia, definito sito di interesse nazionale con la Legge 426/98; è esteso per circa 11 km<sup>2</sup>, costituito da aree private (ex polo chimico Enichem), aree pubbliche (discariche Pariti 1, Pariti liquami e Conte di Troia) ed aree a mare;
- Brindisi, definito sito di interesse nazionale con la Legge 426/98; è esteso per circa 145 km<sup>2</sup>, suddiviso in polo chimico,

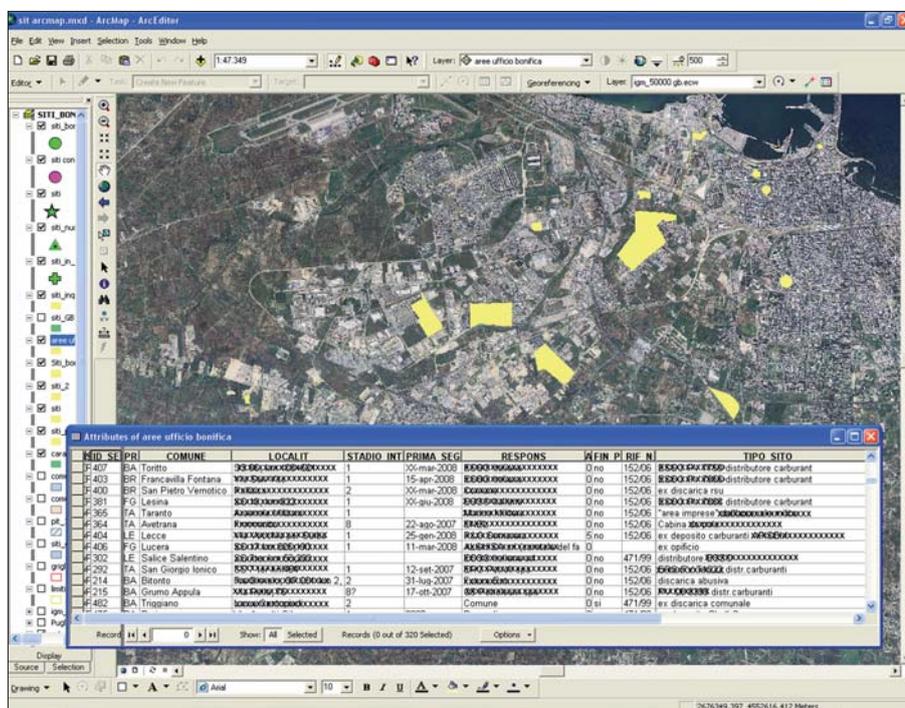


Figura 2 – Aspetto della banca dati geografica dell'Ufficio Bonifica e Pianificazione della Regione Puglia.

- polo energetico, agglomerato industriale, aree agricole ed aree marine;
- Taranto, definito sito di interesse nazionale con la Legge 426/98; è esteso per circa 115 km<sup>2</sup>, suddiviso in aree demaniale – Autorità Portuale di Taranto, aree pubbliche (area portuale, Salina Grande e area Romanelli-Gennarini), aree di interesse pubblico (gravina Leucaspide, Canale d'Aiedda ecc.), aree private (ILVA, ENI, Cementir, Edison), piccole e medie aziende, aree non interessate da attività industriali di proprietà Italcave;
  - Bari, definito sito di interesse nazionale con la Legge 289/02; è esteso poco più di 100.000 m<sup>2</sup>, si tratta di un ex stabilimento di manufatti contenenti amianto (Fibronit).

### 3.4 BANCA DATI GEOGRAFICA

Le informazioni relative ai siti contaminati censiti nel territorio regionale sono state raccolte in una banca dati dai funzionari dell'Ufficio Bonifica e Pianificazione; queste costituiscono il cuore di un database geografico.

Ogni sito è stato perimetrato in ambiente GIS e ad esso sono state associate alcune delle informazioni di base quali: identificativo del sito (numero) provincia; comune; località; coordinate; stadio di intervento (prima segnalazione, approvazione piano di caratterizzazione, approvazione progetto di bonifica ecc.); data della prima segnalazione (quando si è verificato l'evento di potenziale contaminazione o quando la contaminazione è stata accertata); responsabile della contaminazione; area (presunta estensione della contaminazione); fonte del finanziamento (pubblica o

privata); riferimento normativo (per esempio: DM 471/99 ovvero D. Lgs. 152/06); tipologia (per esempio: discarica abusiva, incidente, distributore di carburanti ecc.); note (per esempio: area della presunta contaminazione ignota).

La banca dati geografica è completata da carte topografiche a diversa scala, mappa geologica in scala 1/100.000, set di foto aeree prodotte in tempi diversi e mappe tematiche (per esempio: carta del piano regionale delle attività estrattive, carta delle aree protette, cartografia del PUTT ecc.).

La Fig. 2 mostra una schermata della banca dati geografica del servizio regionale di gestione rifiuti e bonifica.

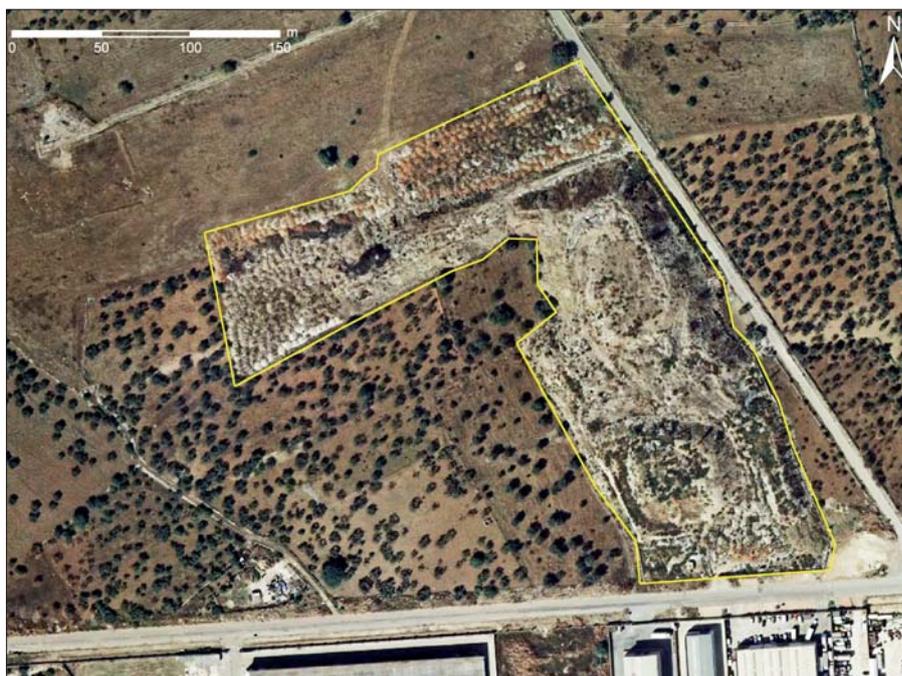


Figura 3 – Foto aerea di uno dei più estesi siti oggetto di reiterati abbandoni nel territorio barese.

## 4. STATO DI CONTAMINAZIONE NEL COMUNE DI BARI

Numerose sono le aree degradate presenti nel territorio di Bari, tra queste molte sono interessate da abbandoni (tabella III). In particolare, gli abbandoni (si tratta soprattutto di materiale derivante dalla demolizione di fabbricati, rifiuti ingombranti ecc.) fanno parte dell'elenco dei siti su cui grava la procedura di infrazione comunitaria. Questi presentano superfici estremamente variabili, da pochi metri quadrati fino a decine di migliaia di metri quadrati, tanto da assumere le dimensioni di vere e proprie discariche incontrollate (Fig. 3). Grazie alla efficiente collaborazione tra Enti (Servizio Ciclo dei Rifiuti e Bonifica della Regione e Comune di Bari), gran parte dei rifiuti abusivamente abbandonati è stata rimossa; per i siti di maggiore estensione sono in corso attività di caratterizzazione dei materiali abbandonati per l'avvio a recupero o smaltimento.

Tabella III – Siti degradati censiti nel Comune di Bari

Tipologia sito	n. siti
Abbandono/discarica abusiva	23
Distributore di carburanti	13
Sito industriale	10
<b>Totale</b>	<b>46</b>

Oltre che all'enorme estensione di alcuni siti oggetto di abbandono, le maggiori criticità ambientali sono legate alla presenza di vecchi insediamenti industriali dismessi che oggi si trovano in aree totalmente inglobate nel tessuto urbano.

Tra questi, un gasometro costruito nella seconda metà dell'800 per la produzione di

gas di città dalla distillazione del carbon fossile, durata sino al 1968; una fabbrica di prodotti in cemento-amianto (Fibronit), attiva tra il 1935 ed il 1985; una raffineria costruita nella seconda metà degli anni trenta (ANIC del gruppo Montecatini, diventata poi STANIC) e in attività sino al 1976.

Altre aree sono risultate contaminate perchè utilizzate come luoghi di discarica dei prodotti di risulta delle lavorazioni dello stabilimento Fibronit, come il litorale a Sud Est della città, dove oggi si trova la spiaggia cittadina di Torre Quetta; in quei luoghi, fino agli anni Settanta del secolo scorso, venivano scaricati i fanghi di lavorazione prelevati dall'interno delle vasche in cui venivano prodotte le mescole di cemento-amianto. Il materiale scaricato era in quantità tale da colmare una piccola insenatura e regolarizzare la linea di costa.

Oggi l'area di Torre Quetta è stata messa in sicurezza con lavori che hanno interessato quasi 2,5 km di litorale.

I vecchi siti industriali appena citati sono in corso di bonifica, ma molto c'è ancora da fare perchè il suolo ed il sottosuolo cittadino tornino ad essere sicuri, soprattutto in quelle aree (come la zona tra Bari e Modugno) in cui si concentra l'operosità del capoluogo pugliese.

Di seguito si dà notizia dello stato dell'arte relativo a due tra le aree di interesse pubblico che presentano rilevanti criticità ambientali nel capoluogo pugliese: il sito ex Fibronit e la zona industriale tra Bari e Modugno.

#### 4.1 SITO EX FIBRONIT

Il sito di interesse nazionale di Bari-Fibronit è stato definito tale con la Legge 289/02, e successivamente perimetrato con Decreto del Ministero dell'Ambiente dell'8 luglio 2002.

L'ex stabilimento è un sito industriale dismesso, nel quale la produzione di manufatti contenenti amianto è stata attiva tra il 1935 ed il 1985.

Oggi l'ex Fibronit si trova in piena città ed interessa un'area in cui vivono circa 66.000 persone. Il sito, dopo essere stato dichiarato di interesse nazionale, è stato oggetto di lavori di messa in sicurezza di emergenza, con eccezione del sottosuolo e dei piani interrati, da parte sia del Comune di Bari sia del Commissario Delegato per l'emergenza ambientale in Puglia.

Gli interventi di messa in sicurezza di emergenza sono stati attuati con la bonifica di una serie di capannoni ed la protezione temporanea dei terreni. Le operazioni di caratterizzazione ambientale sono state eseguite a più riprese, prima e dopo la messa in sicurezza d'emergenza. L'investigazione ha evidenziato una generalizzata presenza

materiali contenenti amianto (sia in matrice compatta che in matrice friabile), mentre l'analisi delle acque sotterranee ha evidenziato l'assenza di contaminazione da asbesto (Campanaro *et al.*, 2010).

Sulla base dei risultati della caratterizzazione sono stati elaborati due scenari di intervento:

1. demolizione degli edifici e rimozione/bonifica dei terreni con conferimento in discarica;
2. demolizione degli edifici e messa in sicurezza permanente dei terreni con risagomatura delle macerie da demolizione e isolamento mediante barriera impermeabile.

sfa le esigenze di minimo impatto ambientale dei lavori e di razionalizzazione delle spese, con riduzione dei tempi e rischi sanitario-ambientali.

Il progetto preliminare di messa in sicurezza permanente è stato approvato dal Ministero dell'Ambiente nel luglio 2008, nell'area è prevista la realizzazione di un parco urbano (Campanaro *et al.*, 2010 e bibliografia ivi citata).

#### 4.2 CONTAMINAZIONE DELLA FALDA CARSIKA

Date le particolari caratteristiche del sottosuolo barese (presenza di rocce carbonatiche interessate da carsismo) la falda risulta

**Tabella IV – Alcuni esempi relativi allo stato di contaminazione della falda nell'area tra i Comuni di Bari e Modugno**

Sito	Contaminanti presenti in falda
Bari, area Fiera del Levante	Manganese, tricloroetilene, sommatoria organoalogenati, idrocarburi totali (n-esano), solfati, nitriti
Bari, area Via Napoli – Via Mazzini	Cadmio, piombo, ferro, cianuri, fenoli, idrocarburi aromatici, idrocarburi policiclici aromatici, idrocarburi totali (n-esano)
Bari, area Via Buoizzi	Arsenico, piombo, idrocarburi aromatici, idrocarburi policiclici aromatici, idrocarburi totali
Bari – Modugno, Zona Industriale	Piombo, nichel, cloroformio, idrocarburi aromatici, idrocarburi totali (n-esano), alifatici alogenati cancerogeni, alifatici clorurati cancerogeni e non cancerogeni

L'ipotesi di intervento 1 è apparsa poco attuabile in quanto ad elevato impatto ambientale in termini di produzione di fibre durante gli scavi, aumento insostenibile dei flussi veicolari nelle fasi di cantiere e lunghi tempi di esecuzione, oltre ad una rilevante incidenza economica.

Il progetto di messa in sicurezza permanente (scenario 2), che prevede un confinamento della fonte di contaminazione, soddi-

estremamente vulnerabile all'inquinamento. Le condizioni geologiche e le attività impattanti svolte per decenni hanno favorito la diffusa contaminazione della falda barese.

A seguito dei risultati raccolti nel corso delle attività istruttorie relative ai procedimenti di caratterizzazione e bonifica di diversi siti nell'area industriale tra Bari e Modugno, è emersa una situazione di contaminazione della falda in prossimità di siti industriali,

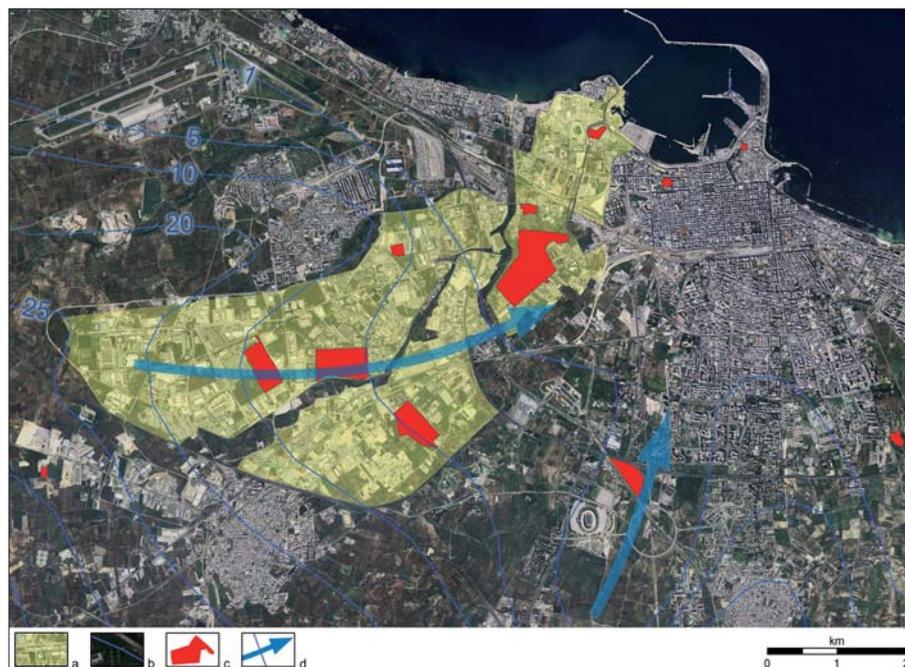


Figura 4 – Caratterizzazione della falda nell'area tra i Comuni di Bari e Modugno; a) area oggetto di accordo di programma; b) isopieze (fonte: Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia); c) siti contaminati (suolo e/o acque sotterranee); d) principali direttrici di deflusso sotterraneo.

sia dimessi che in attività, e in numerose aree cittadine (tabella IV).

Riscontrato il rilevante degrado ambientale, la Regione Puglia ha promosso un accordo di programma che prevede un monitoraggio della falda idrica sotterranea che, almeno nella fase iniziale, interesserà il territorio della zona industriale che si estende tra i Comuni di Bari e Modugno (Fig. 4). I firmatari dell'accordo sono Regione, Provincia di Bari, ARPA Puglia ed i Comuni di Bari e Modugno. Per le operazioni tecnico-scientifiche ARPA si avvarrà della collaborazione di CNR-IRSA (Istituto di Ricerca Sulle Acque) e Politecnico di Bari.

Si prevede che tutti i risultati ottenuti confluiscono nel sistema informativo territoriale dell'Ufficio Bonifica e Pianificazione della Regione Puglia. Il quadro generale degli interventi comprende le attività elencate nella tabella V.

**Tabella V – Sintesi delle attività previste nell'accordo di programma per la falda**

Attività	Soggetto attuatore	Partnership
Caratterizzazione idrogeochimica della falda acquifera	ARPA	IRSA
Individuazione delle fonti di inquinamento	ARPA	IRSA, Politecnico di Bari
Progettazione degli interventi di messa in sicurezza	ARPA	

#### CARATTERIZZAZIONE IDROGEOCHIMICA DELLA FALDA ACQUIFERA

Questa azione prevede la raccolta, da parte di ARPA in partnership con il CNR-IRSA di Bari, della documentazione esistente che possa risultare funzionale allo svolgimento dello studio.

Verranno effettuate le azioni di seguito specificate.

- Definizione del quadro conoscitivo dell'area, con particolare riferimento alla localizzazione di pozzi, conoscenza dell'assetto idrogeologico e dello stato di contaminazione della falda.
- Realizzazione, nel corso dell'anno idrologico, di due campagne di monitoraggio idrogeochimico su un numero significativo di pozzi. Verranno acquisiti i livelli statici, i principali parametri determinabili in situ (pH, conducibilità, temperatura, potenziale redox) e misurate le concentrazioni di tutti quei parametri analitici, elencati nel D.Lgs. 152/06, per i quali sono stati registrati superamenti delle concentrazioni di soglia di contaminazione ai sensi dell'allegato 5 alla parte IV del citato Decreto Legislativo. Su alcuni pozzi saranno effettuate specifiche prove di campo per la determinazione dei principali parametri idrogeologici.

I risultati delle indagini verranno elaborati per la determinazione del modello concettuale definitivo dell'area.

#### INDIVIDUAZIONE DELLE FONTI DI INQUINAMENTO

Questa seconda fase sarà a cura di ARPA in partnership con CNR-IRSA e Politecnico di Bari.

- Modellazione del flusso sotterraneo utilizzando i dati freaticometrici e le prove in situ.
- Modellazione del trasporto reattivo dei principali inquinanti individuati.

L'obiettivo è l'individuazione delle potenziali aree sorgenti di inquinamento della falda.

#### FATTIBILITÀ DEGLI INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DI EMERGENZA

In questa fase si effettuerà l'individuazione delle alternative di intervento possibili e delle relative modalità di realizzazione, evidenziandone vantaggi, svantaggi, criticità. Verranno quindi definite le alternative di intervento ipotizzabili per il raggiungimento

degli obiettivi di messa in sicurezza e bonifica delle aree sorgenti. Per ciascuna alternativa individuata verranno effettuate valutazioni tecniche di fattibilità e di performance, utilizzando il modello matematico messo a punto con questo scopo. L'individuazione degli interventi di messa in sicurezza di emergenza da mettere in atto per la tutela degli obiettivi sensibili dovrà essere integrata con uno studio di fattibilità degli interventi di bonifica sulle aree sorgenti di contaminazione.

#### 5. CONCLUSIONI

In questa nota vengono illustrate le maggiori problematiche ambientali nel territorio di Bari. L'area barese si è rivelata altamente vulnerabile all'inquinamento, sia a causa delle attività antropiche che si sono susseguite negli ultimi due secoli, sia per la costituzione geologica, caratterizzata da rocce calcaree fratturate e carsificate che costituiscono la sede di un'ampia falda sotterranea.

In Bari, tra le aree maggiormente inquinate ci sono vecchi siti industriali dismessi che oggi fanno parte di quartieri densamente popolati. Altre situazioni di degrado sono legate alla presenza di numerosi siti in cui sono stati abbandonate quantità variabili di rifiuti (inerti, materiali ingombranti ecc.). Nelle aree comprese nel perimetro della zona industriale tra i Comuni di Bari e Modugno è stata riscontrata una diffusa contaminazione della falda carsica.

Negli ultimi anni molto è stato fatto in campo ambientale per la città di Bari. La collaborazione tra Enti, in particolare tra Regione Puglia e Comune di Bari, ha permesso di intervenire sul territorio in maniera fattiva. Le operazioni di messa in sicurezza lungo la fascia di litorale in località Torre Quetta hanno permesso di rendere nuovamente fruibile una delle spiagge più amate dai baresi.

Dopo le operazioni di messa in sicurezza di emergenza dei fabbricati della ex Fibronit, il Ministero dell'Ambiente ha approvato il progetto di messa in sicurezza permanente del sito; in quell'area sorgerà un nuovo parco urbano.

Molti dei siti di abbandono abusivo di rifiuti sono stati ripristinati, mentre per alcuni, problematici per quantità di materiali presenti ed estensione, le procedure di ripristino sono ancora in corso. Infine, la Regione Puglia ha promosso una serie di azioni mirate alla definizione dello stato della falda nel territorio della zona industriale. I lavori di caratterizzazione saranno svolti, in concerto, da più Enti.

I risultati ottenuti permetteranno l'individuazione delle fonti di contaminazione e costituiranno la base di un futuro programma di disinquinamento.

#### BIBLIOGRAFIA

- CAMPANARO V., TREVISAN G., ZACCARIA V. (2010), *Il sito contaminato da amianto Bari-Fibronit: un quadro aggiornato delle conoscenze*. In questo numero.
- CIARANFI N., PIERI P., RICCHETTI G. (1988), *Note illustrative alla carta geologica delle Murge e del Salento (Puglia centromeridionale)*. Memorie della Società Geologica Italiana, 41, 449-460.
- PIERI P., SPALLUTO L., SABATO L., TROPEANO M., ANDRIANI G., CAFFAU M., LABRIOLA M., MAGGIORE M., MARINO M., WALSH N. (2010), *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio 438 "Bari"*. Progetto CARG, ISPRA. In fase di stampa, 104 pp.
- SABATO L., TROPEANO M., SPALLUTO L., PIERI P. (2010), *Il nuovo Foglio Geologico 438 "Bari" in scala 1:50.000: un importante contributo per la conoscenza geologica dell'area metropolitana di Bari*. In questo numero.

#### ALTRI DOCUMENTI CONSULTATI

- Servizio Ciclo dei Rifiuti e Bonifica – Piano Regionale delle Bonifiche – Piano Stralcio, in fase di adozione.
- Accordo di Programma fra Regione Puglia, Provincia di Bari, Comune di Bari e Comune di Modugno per la definizione degli interventi di caratterizzazione, messa in sicurezza e bonifica della falda nella zona industriale di Bari e Modugno.

## **Pozzi per l’Africa - Michele Maggiore -**

Preservare le caratteristiche dell’acqua e assicurarne la disponibilità a favore di tutte le comunità umane è il principale obiettivo etico dell’idrogeologia, scienza che esplora i processi che determinano la composizione e la distribuzione dell’acqua negli ambienti naturali del nostro pianeta.

Michele Maggiore (1945 - 2010), docente di Idrogeologia presso l’Università degli Studi di Bari, ha trasmesso a quanti lo hanno conosciuto la consapevolezza che “l’acqua è un bene prezioso”, espressione che vibrava della sua generosità di insegnante e della sua instancabile passione di studioso.

Realizzare pozzi in Africa è un’iniziativa per donare il bene prezioso dell’acqua alle popolazioni afflitte da gravi carenze idriche. La raccolta fondi finanzierà la realizzazione di uno o più pozzi per l’estrazione di acqua dal sottosuolo, a vantaggio di piccole comunità dove sono attivi i progetti idrici sviluppati da Amref.

Per contribuire al Progetto è possibile effettuare un versamento sul conto corrente bancario IT19 H01030 03202 000001007932 (IBAN) o sul conto postale 35023001, intestato ad AMREF Italia Onlus, Via Boezio 17, 00192 – Roma, riportando la causale **Pozzi per l’Africa – “Michele Maggiore”**.



[www.amref.it](http://www.amref.it)  
[www.puglia.sigeaweb.it](http://www.puglia.sigeaweb.it)



Società Italiana  
di Geologia  
Ambientale





Roma, 10 giugno 2011  
Aula convegni del CNR - Piazzale Aldo Moro, 7

Convegno Nazionale

## DISSESTO IDROGEOLOGICO

### Il pericolo geoidrologico e la gestione del territorio in Italia

Organizzato da SIGEA (Società Italiana di Geologia Ambientale) – CNR-IRPI (Istituto di Ricerca sulla Protezione Idrogeologica) – AII (Associazione Idrotecnica Italiana)

#### II CIRCOLARE

#### PRESENTAZIONE

Il Convegno è indirizzato in modo particolare ai tecnici e ai ricercatori (geologi, ingegneri, architetti, agronomi, forestali, ecc.) interessati alla problematica del dissesto idrogeologico, per fornire un quadro aggiornato sulla gestione del nostro territorio, in gran parte soggetto ai pericoli di frana e inondazione. A tal fine si vogliono coinvolgere i “decisioni” (politici e amministratori pubblici), il personale tecnico delle istituzioni pubbliche competenti nonché le imprese che operano in questo settore.

Il convegno si concentra inizialmente sui fenomeni franosi e alluvionali che continuano a colpire il nostro Paese, sull’occupazione da parte dell’uomo delle zone pericolose, sugli interventi strutturali per ridurre la vulnerabilità dei beni esposti (e di conseguenza il rischio idrogeologico) e sulla gestione dell’emergenza. Particolare attenzione sarà rivolta agli interventi non strutturali utili alla prevenzione del rischio idrogeologico. Nella seconda parte del convegno si intende focalizzare la discussione su alcuni argomenti specifici. Da un lato, si vuole valutare l’opportunità che anche in Italia, come in altri Paesi, si adottino forme di assicurazione sui beni esposti al rischio idrogeologico, con possibili ripercussioni positive sia sulla spesa pubblica in materia di difesa del suolo sia sulla responsabilizzazione della popolazione. D’altro canto si vogliono individuare, alla luce dell’entrata in vigore del d.lgs. 152/2006 e s.m.i. e del Decreto Legislativo n. 49/2010, attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni, le competenze pubbliche in materia di difesa del suolo e possibilmente invitare le istituzioni pubbliche a illustrare le attività, i programmi e le problematiche riguardanti la corretta gestione del territorio, nonché esempi di buone pratiche.

Altro argomento è quello della rilevanza dei fondi destinati agli interventi in materia di difesa del suolo, anche in considerazione degli Accordi di Programma tra il Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e le Regioni. Si vuole infine ricordare che il corretto uso del territorio non dipende solo dall’esistenza di buone leggi, ma soprattutto sulla loro corretta applicazione da parte delle Amministrazioni Locali, dei tecnici abilitati e dei cittadini: senza la collaborazione virtuosa tra tali soggetti, sarà difficile ridurre il rischio idrogeologico nel nostro Paese.

#### RICHIESTA DI MEMORIE - SCADENZE

Potranno essere proposte memorie scientifiche relative alle seguenti sessioni:

- Le cause del dissesto idrogeologico in Italia - casi di studio.
- Mitigazione (interventi strutturali) e prevenzione (pianificazione territoriale) del rischio idrogeologico.
- Lo stato delle competenze in materia di difesa del suolo alla luce dell’attuale normativa: attività, progetti, problematiche.

I contributi (**max 8 pagine comprese tabelle e figure**) dovranno essere inviati **entro il 28 febbraio 2011** all’indirizzo e-mail [luciano.masciocco@unito.it](mailto:luciano.masciocco@unito.it) seguendo le norme per gli autori reperibili sul sito <http://www.sigeaweb.it/rivista.html>. Al fine di ridurre i costi di stampa, si prega di predisporre le **figure in bianco e nero**. Gli autori riceveranno le valutazioni dei *referee* **entro il 15 aprile 2011** e dovranno restituire il testo corretto **entro il 30 aprile 2011**. Gli Atti del Convegno (presentazioni a invito e memorie accettate) verranno pubblicate su un numero speciale della rivista ufficiale della Sigea: “Geologia dell’Ambiente”.

#### ENTI PATROCINATORI

(richieste in corso)

AIGA  
AIGEO  
GEAM

UNIVERSITÀ DI TORINO

#### COMITATO SCIENTIFICO

Giuseppe BASILE  
Giorgio CESARI  
Antonello FIORE  
Giuseppe GISOTTI  
Fausto GUZZETTI  
Ugo MAJONE

Luciano MASCIOTTO  
Franco ORTOLANI  
Maurizio POLEMIO

Sergio STORONI RIDOLFI  
Andrea VITTURI

RESPONSABILE  
ORGANIZZATIVO  
Luciano MASCIOTTO

COMITATO  
ORGANIZZATORE

Lucia BAIMA  
Enrico DESTEFANIS  
Massimo NICOLINO

---

La **SIGEA** è un'associazione culturale senza fini di lucro, riconosciuta dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare come "associazione nazionale di protezione ambientale a carattere nazionale" con decreto 24 maggio 2007 (G.U. n. 127 del 4/6/2007). Agisce per la promozione del ruolo delle Scienze della Terra nella protezione della salute e nella sicurezza dell'uomo, nella salvaguardia della qualità dell'ambiente naturale e antropizzato e nell'utilizzazione più responsabile del territorio e delle sue risorse.

È aperta non solo ai geologi, bensì a tutte le persone e gli enti che hanno interesse alla migliore conoscenza e tutela dell'ambiente.

La SIGEA è stata costituita nel maggio 1992 a Roma da 19 Soci fondatori (geologi, ingegneri, architetti, geografi) esperti o cultori di Geologia Ambientale; conta oggi più di 800 iscritti.

Possono far parte della SIGEA, in qualità di soci, persone fisiche o persone giuridiche. I soci appartengono a enti pubblici e privati o sono liberi professionisti.

---

#### **Cosa fa SIGEA**

- **favorisce** il progresso, la valorizzazione e la diffusione della Geologia Ambientale, mediante gli "eventi" sotto riportati, la rivista trimestrale «Geologia dell'Ambiente» e il sito web;
- **promuove** il coordinamento e la collaborazione interdisciplinare nelle attività conoscitive e applicative rivolte alla conoscenza e tutela ambientale; per questo scopo ha costituito le aree tematiche "Patrimonio Geologico" e "Dissesto Idrogeologico";
- **opera** sull'intero territorio nazionale nei settori dell'educazione e divulgazione, della formazione professionale, della ricerca applicata, della protezione civile e in altri settori correlati con le suddette finalità, attivandosi anche mediante le sue sezioni regionali;
- **organizza** corsi, convegni, escursioni di studio, interventi sui mezzi di comunicazione di massa;
- **svolge attività di divulgazione scientifica in vari campi di interesse della Geologia Ambientale, fra cui la conservazione del Patrimonio Geologico:** ad esempio ha organizzato il 2° Symposium internazionale sui geotopi tenutosi a Roma nel maggio 1996 e altri convegni sul ruolo della geologia nella protezione della natura; inoltre collabora con l'associazione internazionale ProGEO (European association for conservation of geological heritage) per svolgere studi, censimenti e valorizzazione dei geositi e per creare collaborazioni con altre realtà europee afferenti a ProGEO;
- **svolge attività di formazione:** organizza corsi e convegni di aggiornamento professionale o di divulgazione su tematiche ambientali, quali previsione, prevenzione e riduzione dei rischi geologici, gestione dei rifiuti, bonifica siti contaminati, studi d'impatto ambientale, tutela delle risorse geologiche e del patrimonio geologico, geologia urbana, pianificazione territoriale, ecc.; inoltre rende disponibili per i soci audiovisivi e pubblicazioni dei convegni SIGEA;
- **informa** attraverso il periodico trimestrale "Geologia dell'Ambiente", che approfondisce e diffonde argomenti di carattere tecnico-scientifico su tematiche geoambientali di rilevanza nazionale e internazionale. La rivista è distribuita in abbonamento postale ai soci e a enti pubblici e privati;
- **interviene** sui mezzi di comunicazione di massa, attraverso propri comunicati stampa, sui problemi attuali che coinvolgono l'ambiente geologico;
- **collabora con altre associazioni** per lo sviluppo delle citate attività, in particolare nella educazione, informazione e formazione ambientale: con CATAP (Coordinamento delle associazioni tecnico-scientifiche per l'ambiente e il paesaggio) cui SIGEA aderisce, Associazione Idrotecnica Italiana, Federazione Italiana Dottori in Agraria e Forestali, Italia Nostra, Legambiente, WWF, ProGEO, ecc.



**Società Italiana di Geologia Ambientale**

Casella Postale 2449 U.P. Roma 158

Tel./fax 06 5943344

E-mail: [info@sigeaweb.it](mailto:info@sigeaweb.it)

<http://www.sigeaweb.it>